

علم الخزف



تأليف

علام محمد علام

الخرف

تأليف
علام محمد علام

الناشر
مكتبة الأبحار المصرية
١٦٥ ط محمد فريد

مجلدات الكتاب

صفحة

١

مقدمة في الحرف : تعريفه ، تقسيمه ، تطوره

٣١ - ١٠١

الباب الأول : مواد الحرف الأولية

المواد الطينية :

معادن الطين : المعادن الكاولينية ، معادن سيليكات
الألومنيوم المائية غير المتبلورة (معادن الطينات) ، معادن
سيليكات الألومنيوم المائية المتبلورة (معادن أشباه الطين) ،
معادن الموليت .

صخور الطين : الطين الرخو ، الحجر الطيني ، الطفل ،
الطين البحري ، الركام الثلجي ، الكشبان الطينية ، الإردواز .

مساعداات الصهر :

معادن الفلسبار : تقسيمها ، خواصها العامة ، الأورثوكليز
الأدولاريا ، الميكروكلين ، الصودا أورثوكليز الألبيت ،
البرثيت ، معادن البلاجيوكليز ، الأنورثيت ، السلزريان ،
اللوسيت .

صخور الفلسبار : البجماتيت ، الألبيت : الجرانيت
المتحلل ، حجر الكورنيش ، اسبار اكسفورد ، اسبار
بكنجام ، اسبار جوودفراي ، حجر الخفاف .

معادن السيليكات : الكوارتز، التآصل البلورى لمعادن
السيليكات، التريديميت، الكرسنوباليت، أنواع الكوارتز،
العقيق الأبيض ، العقيق اليماني ، العقيق الأحمر ، أليشب ،
الزلط ، الأوبال .

الصخور اترملية : الرمال ، الحصى والجلاميد ، الحجر
الرملي ، الحجر الرملي النوبي، حجر الخرسانة، الكوارتزيت
الجايسريت ، الطينة الدياتومية ، الطرابلسي

الكريوليت

الفلورسبار

المواد الجيرية :

الحجر الجيري ، الطباشير ، الرخام ، المرمر ،
الدوميت ، الماجنيزيت ، الجبس ، المصيص

المواد الإضافية :

المواد الخشنة .

الطلق ، الاستياتيت ، حجر أوعية الطبخ ، الإردواز
الطائى ، صابونة الخياط .

سيليكات الصوديوم ، الزجاج المائي .

صودا الفسيل ، كربونات الصوديوم .

١٤٥ — ١٠٣

الباب الثاني — أصل الطين وتكوينه

نظرة في عامة الصخور النارية :

الجرانيت ، البازلت .

معادن السيليكات .

التركيب الكيميائي والمعدني للصخور النارية .

تحلل الصخور النارية :

التعرية ، التحلل الكيميائي ، العوامل التي بتوقف

عابها التحلل الكيميائي، نواتج التحلل.

عمليات الكولتة :

أمثلة لكونة معادن الصخور النارية : الأورثوكليز

البلاجيوكليز ، الأوليجوكليز ، البيوتيت ، الجرانيت ،

معادن الصخور القاعدية، معادن البيروكسين والأمفيبول،

الأوليفين ، عملية الترتة .

الباب الثالث : تقسيم الطين وأنواعه

الصخور ذات الكولنة الجزئية .

الكاولينات :

حجر الكاولين ، الطين الصيني (الكاولين
الإنجليزي) الكاولين السيليسي ، الكاولين الحراري .

الطينات :

طينات ذات خواص حرارية عالية : الطينة البيضاء ،
الطينة اللازقة (الطينة الكروية) الطينة الزلزالية الحرارية ،
الطينة الرابطة الحرارية ، مواد حرارية ألومينية .

طينات ذات خواص حرارية متوسطة ، الطينة الحديدية .

طينة سهلة الانصهار : الطينة السيليسية ، الطينة الجيرية
الطينة القلوية ، الحما (الطينة الكربونية) الطمي ، طمي
النيل ، التربة الزراعية ، الكشبان الطينية ، الركام التلجى .

أشباه الطين :

الطين البازلتى ، الطين البركاني ، الينتونيت .

جدول أقسام الطين وأنواعه :

الباب الرابع : تركيب التطين وتكوينه المعدني

التحليل الاستنتاجي للتطين :

التحليل الكيميائي للتطين :

أمثلة لنواتج تحليل بعض أنواع الكاولينات
والطينات وأشباه الطين .

حساب التكوين المعدني للطين من نواتج التحليل
الكيميائي .

فوائد التحليل الكيميائي للطين :

درجة النقاء .

وجود المواد العضوية .

وجود الكبريت .

وجود الأملاح القابلة للذوبان، مصادرها ، أنواعها ،
وتأثيراتها ، قابلية ذوبانها ، طرق التخلص من تأثيراتها
الضارة .

زيادة نسبة مكونات الطين : ماء الارتباط ، السيليكا
الجير .

استنتاج بعض خواص الطين : الحرارية ، اللون
بعد التسوية .

مسائل :

العلاقة بين أبعاد الأجسام ومساحة سطحها .

المعامل السطحي القياسي لمادة .

علاقة المعامل السطحي القياسي بخواص الطين ومنتجاته .

زيادة مساحة السطوح بالطحن .

حساب متوسط قطر الجسيمات .

معامل النعومة .

نعومة الطين .

مسائل .

٢٥٣ - ٢٩٠

الباب السادس : الخاصة الغروية

تعريفها ، أنواع حالاتها ، المحلول الغروي وأنواع
المحاليل الأخرى ، سوائل وسط الانتشار ، أنواع الدقائق .
الخواص العامة للمحاليل الغروية : ضوئية ، حركية ،
كهربية ، كيميائية .

تحضير المحاليل الغروية : طرق التفتيت ، الميكانيكية ،
الموجات فوق السمعية . كهربائية ، العوامل المجزئة (ألبتنة)
طرق التكثيف ، الاختزال ، الأكسدة والتميو : التبادل
المزدوج .

تنقية المحاليل الغروية : الفصل الغشائي ، الفصل الغشائي
تحت تأثير قوة رافعة كهربائية ، الترشيح تحت ضغط عال .

الفرويات الحافظة :

حالات ترسيب المحاليل الفروية : قاعدة وقانون
الترسيب ، عوامل الترسيب ، تطبيقات عملية .

غروية الطين :

مكونات الطين الفروية : السيليكات ، الألومينا ،
والسيليكات ، أكاسيد الحديد .

نوع غروية الطين .

سوائل وسط انتشار دقائق الطين .

العوامل المؤثرة في غروية الطين : ميكانيكية ، كيميائية ،
الزمن ، الحرارة ، البكتيريا والمواد العضوية .

الطين الصابوني .

الباب السابع : لازية الطين

٢٩١ — ٢٢٨

الفرق بين اللازية واللونة والمرونة واللزوجة .

تفسير اللازية :

نظرية الجذب الجزيئي : الجذب الجزيئي بين جسيمات
عجائن الطين .

نظرية التوتر السطحي : علاقتها بالجذب الجزيئي في
تكوين لازية الطين ، حساب قوة تماسك الطين اللازب

من قوة التوتر السطحي لغشاء الماء ، الضغط الناشئ عن
ادمصاص سطح صلب لسائل الحرارة الناتجة عند ادمصاص،
الاختيار عند ادمصاص، ادمصاص المواد الصلبة للمواد المذابة.
فعل المواد العضوية والبكتيريا بلازمية الطين . فعلها
بمعائن الترشيح .

تأثير التقادم في لازمية الأجسام الطينية.

لازمية الطين على ضوء نظريات تفسيرها .

درجة إسهاك الطين

ماء اللازمية .

درجات اللازمية .

قياس لازمية الطين :

(الطرق المباشرة : التشغيل اليدوي ، الحبل المثنى ،

الضغط الآلي ، تشويه كرة الطين ، طريقة بنجام وجرين ،

مقياس اللازمية لإميل .

تقدير لازمية الطين بالطرق غير المباشرة :

ماء اللازمية، رقم اللازمية لأتريرج، ماء ادمصاص،

لزوجة عجائن الطين ، غروية الطين .

مسائل .

ملحقَاتُ الكتابِ

صفحة

٣٣١

مشاهير علماء الخزف

٣٢٧

القيم القياسية لثقوب المناخل

٣٤٠

أجوبة المسائل

٣٤٩

قاموس المصطلحات

٤٠٣

مكتبة الخزف

٤١٣

قائمة أسماء المعادن والصخور

٤٢٥

قائمة أسماء المؤلفين وصفحات ورودها

٤٢٩

الكشاف .

مقدمة

الخزف

تعريفه ، تقسيمه ، تطوره

الخزف هو منتجات المواد الطينية بعد تشكيلها وتسويتها .

وصناعة الخزف فن قديم قدم الأزل بدأها الصانع المبدع في خلقه من الطين اللزب^(١) وفي خلقه الإنسان من سلاله هذا الطين^(٢) .

معنى كلمتي الخزف والفخار :

الخزف في اللغة لفظ يطلق على الجرار وما شابههم . أما الفخار فلفظ يطلق أصلا على كل ضعيف سقيم ، وقد استعمل للدلالة على المشغولات الطينية النسوة الضعيفة البنية .

وتعبر كلمة « سيراميك » الفرنسية بمعناها اخذت عن كل تنويعات الإنتاج

(١) القرآن الكريم : صافات ١١ .

(٢) القرآن الكريم : المؤمنون ١٢ ، والدجدة ٧ .

المصنوع من المواد الطينية المسواة سواء كانت مزججة أو غير مزججة . ويرجع أصل الكلمة إلى اللفظ الإغريقي « كيراموس » والمتبع للفظ يجده بين ألقاظ اللغة « السانسكريتية » إحدى اللغات الهندية القديمة . وفحوى اللفظ في تلك اللغة هو المسوى من المواد الطينية .

وتعبر كلمة « تاو » في اللغة الصينية عن الخزف ، وقد فسر الخراف « منج تشانج لنج » معنى الكلمة ^(١) . وذكر أنها من أوائل الكلمات في اللغة الصينية القديمة التي تفتحت عليها أسماع أهل الصين في عصورهم الأولى . وقد أرجع الخراف الكلمة إلى مقاطع ثلاثة يعبر كل منها عن أحد مكونات الفخار وصناعته ، وذلك كما يتضح من الكتابة الصينية ، والتي معناها طين الفخار ، كهف ، جبل ، فخار ، على الترتيب . ويستدل من ذلك على أن الفخار كان يصنع عند قدماء الصينيين من الطين الذي يسوى بعد تشكيله في كهوف عند سفوح الجبال ، أما كن المناسبة في تلك الأوقات للبكرة من الصناعة ، لإقامة القمائن التي استعملت في تسوية مشغولات الفخار ، والتي كانت تسمى في اللغة الصينية « ياو » وتشارك هذه الكلمة مع كلمة تاو في مقطع « سبب » أي الكهف ، وتتكون من ذلك للمقطع مع المقطعين « بو » أي النار « ويانج » أي النعم ، وذلك كما في كتابة اللفظ باللغة الصينية وظاهر من مقاطع كلمة « ياو » قمين تسوية الفخار استعمال النار أسفل الكهف . أما النعم التي تتوسط بين الكهف والنار فأمرها يحيطه الغموض والإبهام ، فربما كانت توضع قربانا لإله النار عندهم لضمان اشتعالها ،

(١) منج تشانج لنج : معنى كلمة « تاو » الصينية . مجلة المختار من الخزف الإنجليزية . طبعة ما وراء البحار « ٢٥٠ ، ٢٥١ ، أبريل ١٩٥٠ .

أو كانت توضع فدية عن قرابين بشرية كانت تقدم لإله النار من قبل ابتغاء مرضاته للحصول على إنتاج جيد من بعض المشغولات الممتازة . وللاصينيين القدماء أسطورة تروى بينهم في ذلك .

التعريف الشامل للخزف :

وجدنا أن كلمة خزف وما يقابلها في اللغات الأخرى قد وضعت منذ القدم للدلالة على منتجات المواد الطينية المسواة . وإن تكن تلك المنتجات في الزمن القديم من مشغولات الفخار ، إلا أن تلك الألفاظ ظلت تعبر عن كل ما يستحدث من مشغولات للواد الطينية المسواة .

وقد استقرت لجنة جمعية الخزف الأمريكية على تعريف الخزف بأنه المشغولات المصنوعة من المواد الطينية اللازمة أو التي تكتسب خاصية اللازمة بالمعالجة الحرارية لبعض المواد الأرضية غير العضوية ، والتي تكتسب صفات المتانة والصلادة في تمام مراحل صناعتها .

تقسيم الخزف :

أضاف تعريف لجنة جمعية الخزف الأمريكية السابق على المعنى القديم للخزف مشغولات المواد الطينية المخلفة مثل الجير والبصيص والأسمنت . وعلى ذلك تقسم المنتجات الخزفية على ضوء ذلك التعريف إلى قسمين رئيسيين ، هما :

١ — المنتجات الخزفية الطينية .

٢ — المنتجات الخزفية المخلفة .

المنتجات الخزفية الطينية :

وهي المنتجات المصنوعة من تشكيل عجائن الطين ثم معالجتها حرارياً في عمليات التسوية لتكتسب صفات المتانة والصلادة.

وتنقسم المنتجات الخزفية الطينية حسب بنية أجسامها إلى ثلاثة أقسام ، هي :

(١) الفخار :

ويسمى أيضاً الخزف المسامي ، وهو منتجات الخزف الطيني ذات البنية المسامية اللينة ، والفخار خفيف الكثافة ذو طابع طيني معتم . ويصنع الفخار من طينيات ثانوية . وتسرى مشغولاته في درجات حرارة منخفضة نوعاً ، تتراوح بين ٧٠٠ — ٩٦٠ م .

ويتنوع الفخار إلى ثلاثة أنواع هي :

١ — الفخار الأحمر : وهو أقل أنواع الفخار جودة ، ويشمل المشغولات الرخيصة السمكة الجدار العالية المسامية . وهو ذو لون أحمر أو بني . يصنع من الطينيات السهلة الانصهار أو المتوسطة الانصهار مثل التربة الزراعية والطينيات القلوية . وتسوى مشغولاته في درجات حرارة منخفضة عن درجات حرارة تسوية باقي أنواع الفخار . ولا تطلى معظم مشغولاته بطبقات ترجييج ، ويصنع من الفخار الأحمر المنتجات الشعبية الرخيصة من قدور وزلع وأزيار ومواجير وأواني طعام رخيصة وبرايخ ومواسير وطوب بناء وتريعات .

٢ — الفخار العادي : وهو فخار يتدرج في لونه من الكريم والأصفر

تنبهت إلى الأحمر الخزفي . وهو ذو صفات متوسطة بين الفخار الأحمر والفخار الأبيض من حيث المسامية والثانة وسمك الجدار والكثافة . ويصنع من طينات ثانوية متوسطة الانصهار كالطينات الحديدية والجيرية وتسوى مشغولاته في درجات حرارة متوسطة بين درجات حرارة تسوية النوعين الآخرين من الفخار . ولا تطل غالية مشغولات هذا النوع من الفخار بطبقات التزجيج ، وما يطل منها يستعمل له خلطات بسيطة رخيصة تتكون من أكسيد الرصاص والكاولين ، ومنه ما يتزجج بالتمليح ، ومن منتجات الفخار العادي القل وأصص الزرع .

وتعتبر الميوزقة^(١) من أنواع الفخار العادي . وهي مشغولات من فخار رمادي اللون أو عمر تطل طبقة من تزجيج معتم يحتوي على أكسيد القصدير . وأدخل صناعة مشغولات الميوزقة العرب المهاجرون من الأندلس إلى جزيرة ميوزقة غرب البحر الأبيض المتوسط ، ثم نقلت عنهم الصناعة إلى إيطاليا مع تحريف في الاسم الأصلي للجزيرة .

٣ — الفخار الأبيض : وهو أرق أنواع الفخار ، يفوق في جودته الفخار الحجري والفخار الأبيض قليل المسام ، أبيض اللون ، أمتن أنواع الفخار وأقلها كثافة وأرقها في سمك الجدار . ويصنع من طينة ثانوية بيضاء عالية الانصهار . وتسوى مشغولاته في أعلى درجات حرارة تسوية الفخار . وتطل مشغولاته بطبقات تزجيج شفاقة .

وأشهر أنواع الفخار الأبيض الفينانس الأبيض أو البندق وهو الرسم

(١) وهو الاسم الصحيح لمشغولات المسماة خطأ بالماجوليكا، ص ٢٧ من كتاب روزنتال :
الفخار والخزف ١٩٥٢ .

الفرنسي للفخار الأبيض الرقيق المطلي بطبقات ترجيح شفاقة ، صنع في فرنسا منذ القرن الثاني عشر ، وسمى كذلك بالنسبة لمدينة « فاينسا » في إيطاليا أصل صناعته .

(ب) الخزف الحجري : وهو الخزف الحجري أو الخزف الزلطي خرف ذو بنية متممة تكاد تكون صماء ، متين متوسط الصلادة ، مكسره ناعم لامع . وهو في خواصه وجودته وسط بين الفخار والخزف غير المسامي ، القسم الثالث من الخزف الطيني ، إلا أنه يعتبر أقل جودة من أنواع الفخار الأبيض . ويتراوح لون الخزف الحجري من الأبيض إلى الرمادي أو من الأصفر إلى البني . ويقاوم الخزف الحجري فعل الكيماويات ، كما أن له قدرة احتمال كبيرة على مقاومة التغيرات الجوية . ويصنع الخزف الحجري من طينات ثانوية حرارية خالية من الجير ، وقد يحتوي بعضها على نسبة من القلويات ، وتستوى مشغولاته في درجات حرارة تتراوح بين ١٠٠٠ — ١٢٠٠°م وتطلى المنتجات بطبقات ترجيح شفاقة أو معتبة .

وأشهر أنواع الخزف الحجري هي الأبيض والثلون والكيماوي . ومن أهم منتجاته أوعية وأدوات المعامل الكيميائية وأنايب التكثيف وأنايب ومحاري نقل السوائل الأكلة وأوعية حفظ الكيماويات ، كما تصنع منه قناني المياه المعدنية وعاب الحلوى والزهرات وأوعية الطبخ والمواسير والأدوات الصحية .

(ج) الخزف غير المسامي :

وهو أرقى أنواع الخزف ، بنيته صماء ذات شفاقة جزئية ، ويمتاز برينته وعلا صلادته وكبر كثافته .

ويصنع الخزف غير المسامي من الكاولينات (الطين الأولى) مع الفلسبار كمساعد صهر . وتسوى مشغولاته في درجات حرارة عالية تتراوح بين ١٢٠٠م — ١٤٥٠م . وتطلى بطبقات تزجيج مختلفة الأنواع .

وأشهر أنواع الخزف غير المسامي الصيني وتصنع منه أواني الطعام ، ويمتاز بعدم وجود فاصل بين الجسم وطبقة تزجيجه ، وتستخدم هذه الخاصية في تمييز مشغولات الصيني عن سائر أنواع الخزف الأخرى من مكسرها . وللصيني متانة وصلادة ورنين أعلى منها في الخزف العادي ، كما أن له مقاومة عالية لفعل الحرارة والكهرباء والكيماويات .

أنواع منتجات الخزف الطيني :

تقسم منتجات الخزف الطيني من حيث أغراض استعمالها إلى الأنواع الآتية .

١ — مواد البناء الخزفية :

وهي المنتجات المستعملة بصفة عامة في أعمال البناء . وتصنع على هيئة وحدات ذات أشكال هندسية منتظمة تجمع عند الاستعمال بواسطة ملاط لاصق مناسب لتكوين وحدة كبيرة مرتبطة متماسكة الأجزاء ، وتصنع هذه المنتجات من الفخار والخزف الحجري ، وتشمل أنواع الطوب والتريعات المختلفة والمواسير والأدوات الصحية ، وكذلك مشغولات الفخار الأحمر المستعملة في البناء

٢ — الحرارية :

وهي منتجات خزفية تقاوم فعل درجات الحرارة العالية دون أن تكسر

أو تنفذ نتيجة التغيرات الحرارية المفاجئة أو من تكرار عمليات التسخين مما يجعلها مناسبة للاستعمالات النارية كبناء الأفران والمواقد والغلايات وأما كن النار . كما تصنع منها أدوات الرص وحوافظ النمرية وبوانق الصهر .

وتصنع الحرارية من أنواع الطين الحراري في العادة ، كما تصنع من مواد أرضية غير عضوية أخرى ذات خواص حرارية ، وذلك مثل معادن الماغنيزيت والكراتز والزركون والكروميت والبواكيت ، كذلك تصنع مواد حرارية خاصة كالجير والزركونيا والجرافيت والكربيدات في إنتاج بعض أنواع الحرارية . ومن الحرارية ما يصنع من بعض الفلزات والسبائك ذات درجات الانصهار العالية كالبلاتين والإيريديوم .

٣ — المواد العازلة :

وهي نوعان ، هما :

(أ) عوازل حرارية : وهي منتجات خزفية تقاوم فعل وتوصيل الحرارة . تصنع من حبر الديانوم (الكيسلجور) وحده أو مخلوطا مع الطين المسكس مع مواد إضافية أخرى مناسبة . ومن العوازل الحرارية ما يصنع من الإسبستوس

(ب) عوازل كهربائية : وهي منتجات خزفية ذات مقاومة كهربائية عالية وتصنع هذه العوازل من بورسيلان ذي تكوين خاص يمتاز بشدة المتانة وضعف التوصيل الكهربائي . ومن هذه المنتجات الأدوات والأجهزة الكهربائية كالمفاتيح والبرايز والفيشات وقواعد الجلي ومسامير الارتساز .

٤ — الأوعية الخزفية :

وهذه منتجات خزفية تأخذ أشكالها النهائية في عمليات تشكيل عجائن طيناتها قبل عمليات تسويتها وتشمل الأوعية الخزفية .

(أ) الأواني والأدوات المنزلية، وتصنع من جميع أقسام الخزف، وذلك مثل أواني الطعام وأوعية الطبخ كالأناجر والأبرمة والطواجن واللبانات وأباريق وفناجين الشاي .

(ب) الأوعية والأدوات الكيميائية : وتصنع من الخزف الجبرى والبورسيلان لما تمتاز به من مقاومة لفعل الكياويات ، وتستعمل منتجات هذا النوع فى المعامل والمصانع الكيماوية وفى تخزين وتعبئة المواد الكيماوية .

(ح) قطع الخزف الفنى : وتصنع من جميع أنواع الطين . وتتوقف قيمتها الفنية على رقة التصميم واختيار اللون وجمال الزخرف والشكل .

المنتجات الخزفية المحلقة :

وهى المنتجات المصنوعة من مواد أرضية غير الطين، تعالج حراريا لتكون مواد مخلقة ذات عجائن لازية قابلة للتشكيل ، وتكتسب متانتها وصلادتها نتيجة لتغير طبيعى كفاى المواد الزجاجية ، أو لتحول كيميائى كفاى المواد الأسمنتية والجير والمصيص .

وتنقسم منتجات الخزف المخلق حسب مكوناتها وطرق تصليدها إلى قسمين ، هما :

١ — المنتجات الزجاجية .

المنتجات الزجاجية :

الزجاج مادة مخلقة ذات تركيب سيليسي معقد ؛ وللزجاج خاصية اللازمية الحرارية تجعله قابلاً للتشكيل وهو ساخن في درجة ليونته ، وعندما يبرد تبريداً سريعاً في عمليات التخمير يتصلب إلى جسم ذي بنية غير متبلورة متجانسة متماسكة تعرف بالبنية الزجاجية . وتنتج تلك البنية من تحول الجسم من حالة السيولة الساخنة إلى حالة الصلابة الباردة على هيئة محلول متجمد لعدة سيليكات بسرعة لاتسمع بتكوين البلورات لارتفاع لزوجة السائل عند تبريده .

ويصنع الزجاج من خلطات مساحيق الرمل النقي مع مقادير أنواع مختلفة من مساعدات الصهر ، كالمركبات القلوية أو القلوية أرضية أو الرصاصية أو البوراكسية . وتحتوى الخلطات بجانب ذلك على نسب بسيطة من الألومينا وغيرها من مواد تضاف لإكساب الناتج مزايا خاصة . وفي الصناعة تصهر الخلطات السابقة صهراً تاماً ويتم فيه تفاعل المكونات وتخليق مادة الزجاج .

والمشغولات الزجاجية أجسام صلبة صماء هشة سهلة الكسر ، ذات مكسر محارى . والزجاج مادة شفافة صافية عديمة اللون . ومن الزجاج ما هو معتم ، ومنه ما هو ملون وذلك حسب ما يضاف إلى خلطات تكوينه من مواد عتامة أو مواد تلوين ، وصلادة الزجاج فوق المتوسطة ، وهو رديء التوصيل للحرارة والكهربائية ، يقاوم فعل الكيماويات إلى حد كبير ، لكنه أقل احتمالاً للتغيرات الحرارية من منتجات الخزف الطيني .

وتنقسم المنتجات الزجاجية حسب أغراض استعمالها إلى ثلاثة أقسام، هي :

١ — الأوعية والأدوات الزجاجية :

وتشمل الأدوات والأواني الزجاجية المنزلية وألواح زجاج النوافذ والقناني والمصابيح الزجاجية والزجاج الضوئي من عدسات ومنشورات ضوئية .

٢ — مواد التزجيج والمينا والأحجار الصناعية والفسيفساء :

وتتكون هذه المواد من سيليكات معقدة التركيب تشبه تركيب مواد الأوعية الزجاجية مع زيادة في نسبة الألومينا . وتستخدم هذه المواد في طلاء سطح مشغولات الخزف الطيني ، وتستخدم المينا في كساء سطح المشغولات الفلزية لوقايتها وزخرفتها ، ومن هذه المواد ما يشكل على هيئة حبات صغيرة تلون أو تترك عديمة اللون شفاقة لتستعمل في رسم لوحات الفسيفساء ، ومن تلك المواد ما يشكل في أشكال هندسية تستعمل كأحجار صناعية .

٣ — السيليكا الزجاجية :

تصنع السيليكا الزجاجية أو « الفثريوسيل » من صهر الرمال النقية داخل أفران كهربائية ، وتشكل وهي ساخنة لازبة ، وتتجمد إلى بنية زجاجية . وتمتاز منتجات السيليكا الزجاجية بتحملها لدرجات الحرارة العالية وتغيراتها الفجائية بجانب الخواص العامة للزجاج . ومنتجات السيليكا الزجاجية إما شفاقة عديمة اللون وإما ذات شفاقة جزئية وإما معتمة لبنية اللون .

وتستعمل السيليكا الزجاجية لما لها من خواص حرارية عالية في صناعة

الأدوات الحرارية في المعامل ، وفي أغلفة مقاييس درجات الحرارة العالية مثل
البيرومترات ، وفي أنابيب ترمومترات درجات الحرارة العالية .

المنتجات الأسمنتية :

المواد الأسمنتية مواد مخلقة ذات تركيب جيري أو من سيليكات ألومينات
الجير . وتصنع هذه المواد من المعالجة الحرارية للمواد الجيرية وحدها أو مخلطة
من الطين والرمل لتتحد المكونات لتخليق المادة الأسمنتية . وعجائن المواد
الأسمنتية في الماء لها خاصية اللازبية التي تجعلها قابلة للتشكيل ، وتكتسب
هذه المواد متانتها وصلادتها نتيجة لتحول كيميائي يحدث في تركيبها .

وتتفاوت بنية الأجسام الأسمنتية من حجرية صماء شديدة التماسك إلى
مسامية هشة ، وجميعها معتمدة ذات مكسر طيني ، وأكثر ما تستعمل فيه المواد
الأسمنتية أعمال البناء والتشكيل . وتشمل المواد الأسمنتية الأنواع الآتية :

(١) الأسمنت :

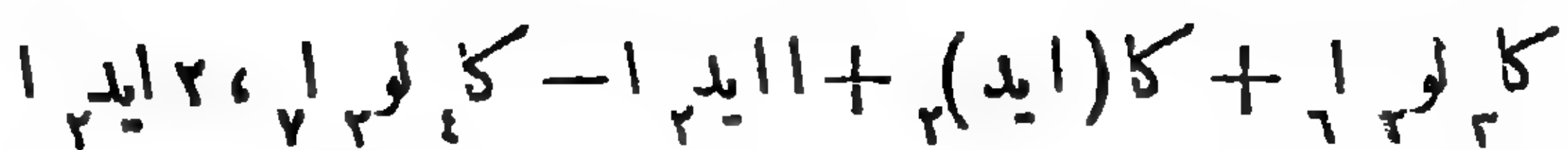
وتتركب مادة الأسمنت بصفة عامة من سيليكات ألومينات الجير المعقدة .
ومن أشهر أنواع الأسمنت :

١ — أسمنت بورتلاند : ويصنع من تسخين مخلوط من المواد الجيرية
والطين المحتوي على أكسيد الحديد عادة ، وذلك بنسب معينة تقرب من جزء
واحد من السيليكا والألومينا مع ما يحتويه من أكسيد الحديد وجزأين من
الجير . ويتكون بعد التسخين إلى درجة حرارة عالية حصى يعرف باسم
« كلنكر » يتركب من سيليكات الكالسيوم والألومنيوم والحديد المعقدة .

ويطحن الكلنكر إلى مسحوق شديد النعومة ثم يضاف إليه مقدار ضئيل من الجبس بنسبة لا تزيد على ٢ ٪ .

ويكتسب مسحوق الأسمنت خاصية اللازمية عند عجنه بالماء . ويتجمد نتيجة اتحاده به ، مكوناً مركبات مائية معقدة شديدة التماسك . وتفسر عملية التجمد بالتفاعلات الآتية :

يتفاعل الماء مع سيليكات ثلاثي الكالسيوم مكوناً من سيليكات أحادي الكالسيوم المائية وإيدروكسيد الكالسيوم $2\text{Ca} + \text{H}_2\text{O} + \text{SiO}_2 \rightarrow \text{CaSiO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ (كا) من Ca ، $10\text{H}_2\text{O} + \text{Ca} + \text{SiO}_2 \rightarrow \text{CaSiO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ ثم يتحد إيدروكسيد الكالسيوم مع ألومينات الكالسيوم في وجود الماء مكوناً ألومينات الكالسيوم القاعدية نهائية :



ويبدأ تجمد الأسمنت في التفاعل الأول ويتم التجمد ويحدث التماسك في التفاعل الثاني الذي يستغرق إتمامه نحو ستة شهور من بدء العملية .

ويستعمل أسمنت بورتلاند كحلاط وفي البناء وأعمال الصب والبلاط والطوب الأسمنتية ، وكذلك المزوقات « موازيكو » على اختلاف أنواعها ، وفي عمل الأحجار الصناعية ، كما تصنع منه أنواع المواسير وقنوات التوصيل . ويصنع نوع من الطوب يشبه في تركيبه تركيب الأسمنت البورتلاندي يعرف باسم القراميد يستخدم في البناء وخاصة في بناء وجهاً المباني .

٢ — الأسمنت المائي : ويسمى أيضاً الأسمنت الماغنيسيومي . ويصنع

تكليس المجنيزيت أو الدولوميت أو الشباب المرجانية البيضاء مع الطين. ويضاف إلى الناتج كلوريد الماغنيسيوم التي تتحد بالماء في أثناء العجن منتجة مادة اكسي كلوريد الماغنيسيوم ، أو يضاف إليه أكسيد الخارصين مع كلوريد الخارصين وذلك لرفع لازيعة العجائن . وللأسمنت للمائي خواص أسمنت بورتلاند إلا أنه أسرع منه تجمداً ، لذلك فهو يفضل في الاستعمالات الإنشائية تحت الماء — ويكثر استعمال هذا الأسمنت في أمريكا إلا أن هذا الأسمنت أقل متانة من أسمنت بورتلاند .

٣ — الأسمنت الأبيض : وهو أسمنت بورتلاند خالي من مركبات الحديد ، تختار خاماته من المواد الخالية من تلك المركبات . ويستعمل الأسمنت الأبيض في أغراض الزخرفة وفي عمل الأحجار الصناعية .

٤ — أسمنت بوتشيلان : أو الأسمنت الروماني ويتكون من خلط الجير مع مسحوق صخور بركانية سيليسية توجد أصلاً في بوتشلي في إيطاليا قرب نابلي ، كما توجد في أرخبيل اليونان وفي أندرناخ على نهر الرين في ألمانيا . كذلك توجد مثل هذه الصخور على شواطئ البحر الأبيض المتوسط الشرقية عند العريش وغزة حيث تعرف باسم حجر الخفاف . وتركب هذه الصخور من سيليكات سهلة التحال . وهذا النوع من الأسمنت بطيء في تجمده لكنه عندما يتجمد يكون جسماً صلباً شديداً المتانة .

٥ — الأسمنت الحديدي : ويسمى أيضاً أسمنت خبث أفران الفتح ، إذ يصنع من خبث الحديد الفنى بالألومينا والسيليكا بعد خلطه بالحجر الجيري وتسخين الخليط في درجة حرارة عالية . والأسمنت الحديدي نوع من أسمنت

بور تلابد وهو كثير الاستعمال في صناعة المزوقات والأوعية الكيماوية لمقاومته
لفعل الأحماض والكيماويات .

٦ — أسمنت الأسنان : ويتكون من مخلوط من أكسيد الخارصين أو
بعض السيليكات مع حامض الأورثو فوسفوريك ، ويستعمل في طب الأسنان .

٧ — الأسمنت الحراري : وهو نوع من الأسمنت له خواص حرارية ،
يصلح للاستعمال في الأغراض الحرارية ، ويدخل في تركيبه الاسبتوس .

(ب) الجير :

ينتج الجير من تسخين الحجر الجيري داخل قنّان في درجة حرارة ٨٠٠°م
والناتج هو الجير الحى الذى يتحول عند خلطه بالماء في عملية الإطفاء إلى جير
مطفأ من إيدروكسيد الكالسيوم على هيئة مسحوق في إبعاد جسيمات المواد
للطينية ، ويكون الجير المطفأ مع الماء عجينة لازبة لها قدرة التشكيل والالتصاق
ويستعمل الجير في الدهان ، ويختلط مع الرمل لعمل الملاط الجيرى . وتتجمد
عجينة الجير إلى جسم صلب هش مسامى معتم ، وذلك باتحاده بثانى أكسيد
الكربون الموجود في الجو متحوّلا إلى كربونات الكالسيوم .

ومن أنواع المشغولات الجيرية ما يضاف إلى معاجينها الشحم للحصول على
أجسام أشد تماسكا ومقاومة لفعل الرطوبة بكبريتات الكالسيوم .

والمصيص مسحوق طينى يكون مع الماء عجينة لازبة قابلة للتشكيل تتجمد
« تشك » في وقت وجيز نتيجة اتحاد مادة المصيص بالماء مكونا كبريتات
الكالسيوم المائية ، وهذه أقل ذوبانا في الماء من المصيص ، فتترسب على

هيئة بلورات صغيرة متصلة في شبك تمتلئ ثقوبها بياقي العجينة منتجة جسما صلبا مساميا هش البنية .

ويضاف إلى عجائن المصيص مواد تعطل من سرعة تجمده ، ومن هذه المواد المعطلة الغراء والأصماغ والكحول ومسحوق نشارة الخشب . كذلك يضاف إليه محاليل الشب أو البورق لتزيد من صلادة أجسامه ولتقلل من مساميتها . ويعرف المصيص المضاف إليه الغراء باسم « شتكو » كما قد يعالج سطح أجسام المصيص بعد تكوينها لغرض وقايتها وزخرفتها بدهنها أو تغطيتها بطبقة شمعية أو رشها بماء الباريوتا « محلول إيدروكسيد الباريوم » لتكوين سطح صلد أصم لا يعلق به الأوساخ والأتربة ويقبل الفسيل ، كذلك يمكن تلوين المصيص بملونات تقاوم فعل القلويات أو بإضافة محلول كبريتات الحديدوز « كوبراس » إلى عجينته ، وتلون المادة الأخيرة سطح الجسم بلون أحمر فينيسي بعد جفاف الجسم ، وذلك لتأكسد المركب .

ويستعمل المصيص في أعمال الصب والتشكيل السريع وفي طلاء الجدران بعد خلطه بالجير ، كما يستعمل في لحام الزجاج والأواني الفلزية .

التطور الهلبي في صناعة الخزف :

مضى على صناعة الخزف حيناً من الدهر قدره علماء الأنثروبولوجيا بنحو خمسة عشر ألفاً من السنين، وإن كان قد بلغ الخزف في ذلك الحين ذروته الفنية إلا أنه لم يتقدم من الناحية الصناعية رغم قدم عهده ، تقدم الصناعات الأخرى التي هي أحدث منه. ويرجع السبب في عدم تقدم صناعة الخزف إلى عدم كفاية وماصرة البحوث العلمية وذلك لاحتياجات الصناعة في نواحي الكيمياء

والطبيعة والجيولوجيا والرياضة تلك العلوم المتعلقة بالخزف . لذلك استمرت صناعة الخزف بدائية منتظرة حتى أواخر القرن الثامن عشر عند ما قامت البحوث في الكيمياء الفروية والمحاليل المعلقة واللازمية وقابلية التشكيل ، وعند ما درست ظروف انصهار السيليكات ، وعند ما عني علماء الكيمياء والطبيعة بدراسة طبيعة الجسيمات والأغشية والقطيرات ، وعند ما استقرت معرفة التفاعلات الحرارية في درجات الحرارة المرتفعة ، وصار لكيمياء السيليكات طريق خاص بها ، وعند ما درست عوامل الصهر إلى غير ذلك من الموضوعات الأساسية التي تقوم عليها الصناعات الخزفية . وإلى أن خرجت نتائج تلك البحوث من خبايا الأسرار ومعامل الاحتكار منطلقة إلى مجالات البحوث العلمية العامة ليتداولها كل من يعنى بأمر الخزف وصناعته ، عندئذ لمس الخزافون نظريات بنية الأجسام الخزفية وخواص المواد اللازمية غير المتجانسة . كذلك قامت معامل البحوث في ألمانيا ومعمل الجيولوجيا الطبيعية بواشنطن بوضع مقاييس دقيقة لتقدر درجات الحرارة العالية . وشاركت جمعية الخزف الأمريكية في وضع مواصفات مستقرة للمواد الأولية . وقد وصلت تلك البحوث إلى مستويات تطبيقية مفيدة لصناعة الخزف قبل سنتي ١٩٢١—١٩٢٢ كما تقدمت البحوث في محيط الخزف الطيني ذي البنيات الزجاجية منذ أوائل القرن الحالي .

وصاحب التقدم العلمى اختراع الآلات الميكانيكية التي حلت محل الأيدي العاملة في إنجاز الإنتاج والعمل على زيادته ، وشمل استعمال القوى الميكانيكية نواحى النقل والتعبئة والتشغيل وعمليات التسوية . كذلك استخدمت الآلات الميكانيكية في أعمال تعدين وطحن وتجهيز المواد الأولية . كل ذلك كان له أثره الطيب في رفع المستوى الاقتصادى للصناعات الخزفية بما وفر نمواً من ٤٠—٧٠٪ من تكاليف الإنتاج الصناعى عن ذى قبل . وانتشرت الهيئات

المعنية ببحوث الخزف وصناعته في جميع أنحاء العالم ، تخصصت لها الأقسام الدراسية في الجامعات والمعاهد ، وأسست الأكاديميات العلمية ، وأنشئت محطات ومراكز البحوث والتجارب ، وقامت الجمعيات العلمية والشركات الصناعية والاتحادات الصناعية والتجارية والمصالح الحكومية ، وعقدت المؤتمرات العلمية الدولية وأقيمت المعارض ، كل في مطبوعات دورية أو شبه دورية ما بين تطورات وتقارير وجرائد وخطط ورسائل وكتب ومجلات ومذكرات ونشرات . كذلك قامت البحوث الفردية الخاصة التي تسجل في سجلات رسمية . وعم تأليف الكتب في نواحي الخزف المختلفة .

كل ذلك عمل على ازدهار الخزف وصناعته حتى أصبح من الصناعات العالمية الثالثة أو الرابعة في الترتيب . وعمت منتجات الخزف نواحي الحياة الضرورية والكمالية في كل زمان ومكان ، فغمرت المصنوعات الخزفية حياة الإنسان تزوده وتسد احتياجاته في المبنى والإنشاءات والأوعية والأدوات المنزلية والزخرفية حتى أصبح لا يكاد جزء من مسكننا مثلاً يخلو من قطعة خزفية ما بين لبنة في الجدار إلى آنية للطعام أو تحفة موضوعة على منضدة البهو ، كذلك أصبح الخزف من الضروريات الأساسية في الصناعات ، فمن حراريات وعوازل إلى مكثفات وأوعية وأدوات للمعامل والمصانع .

وأخيراً طرق الخزف بعد عشرات القرون فجر عصر جديد من عصور العلم وهو عصر الذرة ، فقد ساهمت المشغولات الخزفية في هذه الناحية من التطور العلمي في حل كثير من المشكلات في سبيل استغلال الطاقة النووية كما في صناعة النظائر المشعة والعناصر الخفيفة وغيرها من طرق استغلال تلك الطاقة الجبارة في السلم والحرب على السواء .

تطور صناعة الخزف في مصر :

قامت صناعة الخزف في مصر منذ فجر التاريخ وتعرعت وازدهرت في عهد قدماء المصريين وأيام حكم الفاطميين والمماليك ، وأخذت طريقها التقدم في العصر الحديث .

الخزف في عهد قدماء المصريين :

ترك المصريون القدماء نقوشاً تشير إلى العمليات الرئيسية لصناعة الخزف عندهم . وقد اكتشفت تلك الرسوم على لوحات داخل مقابر مدينة طيبة ، وفيها تشير العملية الأولى إلى ذهن الطينة بالأقدام ، وتشير العملية الأخيرة إلى إخراج الأواني من القمائن .

العمليات التي تنطبق على عمليات صناعة الفخار .

واستخدام قدماء المصريين في صناعة خزفهم طينات رمادية وطينات تميل إلى الاصفرار ، وكانوا يطلون بعض المشغولات بطبقات من الترجيح الأزرق والأخضر مع رسم زخارف عليها باللون الأسود على شكل خطوط منكسرة في أغلب الأنواع . ولم يصل التشكيل في منتجاتهم الخزفية رقة الانسياب والرشاقة المطلوبة ، كذلك إتصفت زخارفهم بالغلظة . وكانت مدينة كانوب (أبو قير الآن) مركزاً مشهوراً لصناعة نوع خاص من الفخار المسامي كان يستعمل في ترشيح مياه النيل .

ويمتاز عصر رمسيس الثاني أحد فراعنة مصر بإتقان وجودة صناعة الخزف ، فصنعت في عهده الجرار والقصور والأوعية من الفخار الأحمر والأبيض على

السواء . واستخدم نوع من المينا البيضاء لتزجيج بعض المشغولات . وقد بلغت بعض القطع درجة عظيمة من الروعة والإتقان . والمصريون القدماء أول من استعمل اللبن (الطوب النيى) فى البناء لسهولة تشكيله من طين الوادى .

كذلك عرف قدماء المصريين الزجاج وصنعه منذ نحو اثنى عشر ألفاً من السنين قبل الميلاد كما يستدل على ذلك مما عثر عليه فى مقابرهم من خرز ملون كانت تصنع منه العقود ، وما تركوه من نقوش على بعض آثارهم تمثل صناعة الزجاج . وأخذت صناعة الزجاج عندهم فى التطور والتقدم خلال حكم الأسر المتتابة حتى توصلوا إلى صناعة القطع الزجاجية الملونة بأنجر الألوان .

الخزف الإسلامى فى عصر الفاطميين والمماليك ^(١) :

يعتبر عصر الفاطميين فى مصر عصرأ ذهبياً للخزف وسائر الفنون التشكيلية عامة . ويرجع ذلك إلى ما تجمعت لهؤلاء الحكام من العناصر الفنية المحلية والاتصالات الخارجية عن طرق التجارة التى كانت الإسكندرية فى ذلك الوقت مركزاً لها بين الشرق والبلاد الأوربية ، هذا إلى ما جنته البلاد من أرباح وأموال طائلة من وراء تلك التجارة . كذلك ساعد على قيام الفن وازدهاره ما سار عليه حكام الفاطميين — فيما عدا الحاكم بأمره — من سياسة التسامح مع الشعب وإغداق النعم والأموال عليه .

وقد كانت القسطاط (مصر القديمة وفم الخليج وأبو السعود الآن) عاصمة

(١) المراجع : تقى الدين المقرئى .

البلاد لإبان الحكم الإسلامي ، مقرأ لصناعة الخزف . وما هو مشاهد الآن من
فواخير وقمائن في تلك المناطق إن هو إلا آثار صناعة الخزف خلال تلك العصور
المجيدة .

وقد برع الصناع العرب أيام الحكم الفاطمي في صناعة الخزف ، والتوصل
إلى إستحداث كثير من أنواعه الراقية ، كذلك أتقنوا تشكيله وزخرفته .
وقد شهد لهم في ذلك مسيو « ماكس هيرز » أحد أعضاء لجنة حفظ الآثار
العربية ١٨٩٥ ، وما أحرزته قطعهم من حسن تقدير عند الأوربيين ، وما جاء
في وصف الرحالة الفارسي ناصري خسرو عن دقة ورقة منتجاتهم . كذلك
وجدت توقيعات الصناع والفنانين خلف كثير من تلك القطع ، الأمر الذي لم
يكن متعباً من قبل والذي يوحى بما بلغ إليه هؤلاء من شعور بالمسئولية ،
وما وصلوا إليه من عزة وثقة بأعمالهم .

وقد صنع المصريون في عصور الفاطميين والمماليك من أنواع الخزف
المنتجات الآتية :

(١) منتجات الفخار من أوان عامة وتريعات القيشاني وبراميل لحفظ
وعرض أصناف البقالة .

(٢) منتجات الخزف الحجري من أوعية الطبخ من أبرمة وأناجر وطواجن .

(٣) منتجات من الصيني كالأواني والصحاف والأباريق والتارد المحمولة
على ثلاث أرجل وقاطرة مرة^(١) .

(١) قاطرة ميره (وهو الاسم الأقرب إلى الصحة) ، وهو وعاء عميق ذو غطاء ،
مزخرف بصورة بارزة ، يسع نحو سبعة عشر رطلا .

(٤) كئوس الباهر^(١) للشراب . ومن خاصة الباهر أن لون الشراب فيه فيه يتغير إذا كان مسموماً ببعض السم .

(٥) القطع الفنية من تماثيل وصحاف وأوعية منقوشة وسادة على شكل حيوان وطير وذات أرجل تشبه أرجل الحيوان ، ومازال بعض تلك التحف محفوظة في متاحف الفن الإسلامي ودار الآثار العربية بالقاهرة ، وفي متاحف وأديرة وكنائس أوروبا وأمريكا . واستعملت التزييجات والزخارف الغالية والثمينة من الذهب والفضة في تزيين تلك النقوش ، كما استعملوا التبريق الفلزي والألوان القزحية التي يتغير لونها تبعاً لوضعها ، كذلك استعملت المينا في توشية الصحن .

(٦) ازدهرت الصناعات الزجاجية في مصر أثناء حكم الفاطميين ، وكانت منتجاتهم منها على درجة فنية رفيعة ، إلا أن مادة الزجاج كانت مشوبة ببعض العيوب الصناعية كوجود الفقاع داخل أجسام المشغولات . ومازالت بعض أماكن القاهرة المعز تحمل اسم هذه الصناعة مثل « درب القرازين » بحى الجمالية . ومن منتجات العصر الزجاجية :

(١) الكئوس الذى أطلق عليها طراز القديسة « هرويج » وأقداح الشراب التى كانت تستعمل فى ملء شراب الفقاع^(٢) ، والبواطى^(٣) ، والحرارير^(٤) التى منها ما يحمل اسم الخليفة الفاطمى العزيز بالله ولا يزال محفوظ أحدها فى

(١) الباهر لفظ فارسى معناه نال السم .

(٢) الفقاع نوع من شرابه البيرة كان منتشراً بين المصريين فى العصور الوسطى .

(٣) الباطنية إثناء زجاجى عملاً بالشراب ويوضع وسط الشارين يقتربون منه .

(٤) الحرارير ليريق له عنق ضيق يزداد جسمه اتساعاً نحو قاعدته .

كاتدرائية سان مارك بالبنديقية ، ومن إنتاجهم في هذه الأوعية الكيزان
المصنوعة من البلور .

(ب) الخزف الملون والدمالج الزجاجية الملونة .

(ج) المشاكي والفتاديل والقناني وكلها ذات زخارف من طير ونبات
وخطوط من الكوفي والنسخ وزخارف متنوعة .

(د) لوحات مرسومة بالزجاج الملون الملحوم بالمصيص ، ومن تلك اللوحات
القميرية ذات زهور القرنفل الموجودة في مسجد الأشرف بالقاهرة .

(هـ) الفسيفساء ، وقد برعوا في استخدامها في زخرفة شتى الأماكن .

٧ - صنع المصيص (الجص) واستعمل في الطلاء والزخرفة وفي لحام
الزجاج الملون من المزوقات .

الخزف المصرى فى العصر الحديث :

لم يكن لصناعة الخزف فى مصر خلال العصور الحديثة نشاط يذكر أو
إنتاج ملحوظ . وكل ما بذل من مجهودات فردية فى هذه الصناعة لم يكن
على أساس علمى مما جعلها غير مجدية فاشلة فى معظم نواحيها . وانحصرت هذه
الصناعة فى إنتاج القلل والأصص والجرار والقدرور فى بضع فواخير بجوار جامع
عمرو بن العاص بمصر القديمة ، وفى حى أبو السعود قامت على أنقاض صناعات خزفية
عظيمة أيام الفاطميين والمماليك ، كما كانت فواخير أخرى متفرقة فى الريف
تنتج الجرار وما شابهها بنفس خامات وطرق قدماء المصريين . وتلاشت صناعة
الخزف المزجج إلا من بضع سلاطين خضراء بسيطة تستخدم فى بعض صناعات

الأغذية كان ينتجها مصنع الزبدانى بقم الخليج ومصنع المعلم حسنين البهنساوى بجوار جامع عمرو .

ثم أقام « جونسون باشا » مدير الورش الأميرية ببولاق مصنعا للخزف الراقى فى قم الخليج ، وكان بالمصنع ستة أفران أحدها خاص بالتعليج . واستخدم المصنع الطينة الأسوانى فى صناعة منتجات من زلع مغربى ومواجير خضراء وبراميل متزججة ومواسير متزججة بطريقة التعليج ، كما أنتج المصنع تزيينات القيشانى . ولم يستمر المصنع فى إنتاجه بل أزيل عن بكرة أبيه .

ومن مصانع الخزف التى أنشئت فى بدء العصور الحديثة فى مصر مصنع الخواجة « ماتيو » أحد تجار الخزف الإسكندراني^(١) وكان ذلك فى بلدة طرة ، واستعان ماتيو بخزاف فرنسى يدعى « كوتيه » الذى أحضر خزافين يونانيين للعمل بالمصنع تعلمذ عليهم عمال مصريون لم يلبثوا أن خبروا الحرفة من اليونانيين وتفوقوا عليهم فى جودة وكية الإنتاج مع انخفاض أجورهم ففضلهم صاحب المصنع عن اليونانيين الذين استغنى عنهم . واستخدم المصنع طينة من المنطقة وخلطها ببعض من الطينة الأسوانى والطينة التبينية وطى النيل . واستخدم المصنع خلطات تزجيج مكونة من المرتك الذهبى (أكسيد الرصاص الأصفر) والزلط المكاس مع نحو ٥ ٪ من الطينة الأسوانى تعمل كمادة رابطة ، وتعتبر تلك الخلطة من خلطات التزجيج الجيدة ذات التكوين العلمى الصحيح . وأسس الخواجة « لامبومارانجاكس » ، وكان شريكا لماتيو فى مصنع طرة

(١) هو خزف يونانى مستورد الى الإسكندرية التى كانت مركزا لتجارته فى البلاد ، ومن ثم أخذ اسمها .

السابق ثم انفصل عنه ، مصنعاً خاصاً به في روض الفرج باسم مصنع « مارانجاكس وزيريفوس » وبعد للمصنع من مصانع الدرجة الثانية لمصانع الخزف المصرية . وأنتج المصنع الطوب الحرارى والمواسير والأواني الشعبية مع قطع فنية من الخزف المسامى على طراز عربى من النوع دى اللبطنتين استخدم فى زخرفته طرق الكشط وبعض الملونات .

الشركة العامة لإنتاج الحراريات والفخار :

(مصنع سورنجا سابقاً) أنشأ مسيو سورنجا مصنعاً بالوادي مركز الصف بمحافظة الجيزة ؛ وقد مر المصنع بتجارب كثيرة مختلفة فى كثير من فروع هذه الصناعة . وكانت فترة الحرب العالمية الثانية مجالاً مفيداً لتلك التجارب وخاصة بعد انقطاع ورود منتجات الخزف الأجنبية . وقد كللت كثير من التجارب التى قام بها المصنع بالنجاح . واستخدم المصنع الطينة الأسوانى العامة والمفروزة فى صناعة منتجاته الراقية . واستخدم خلطات تزجيج رصاصية ذات لون عاجى وكانت تكون من إضافة نوع من الطينة الأسوانى المعروفة باسم « الطينة اللازقة » مع مادة البورق . إلا أن طبقات التزجيج الناتجة لم تكن طويلة الاحتمال . كذلك امتازت منتجات المصنع بدقة التشكيل ومهارة التنفيذ ومن أهم منتجات المصنع أنواع الطوب وتريعات الأرضيات وتريعات القيشانى المزخرف والمتزجج والمواسير ، والأدوات الصحية والعوازل الكهربائية ، كما أنتج أطباق الطعام ذات الجودة الصناعية الكبيرة ، كذلك أخرج زهريات الزينة وأنواعاً من الطوب الحرارى :

مصنع سيجوراب

ويقوم بخطط حلوان لإنتاج المواسير والأعمدة الأسمنتية والعوازل الحرارية

من الاسبتوس الأسمنتي ، ومواسير المجارى من الفخار المزجج والطوب
الحرارى .

مصنع الشركة العامة لمنتجات الخزف والصينى :

وهو إحدى شركات البناء والحراريات أسسته حكومة الثورة في
٢٣/٧/٥٥ ، وبدأ في إنتاجه ١٩٥٩ في ناحية مسطرد . والمصنع مؤسس على
أحدث نظم صناعة الخزف العالية . ويستخدم المصنع الخامات المحلية من رمال
وكاولين سيناء . وينتج حالياً نحو ٤٠٠٠ طن في السنة من أدوات صحية
وأدوات منزلية وتربيعات من القيشاني الأبيض والملون . وبالمصنع قسم راقٍ
خاص بزخرفة الخزف ، يعمل به ما يزيد على ٨٠٠ ما بين عامل وموظف
من الجنسين .

صناعة الزجاج في مصر الحديثة :

مرت صناعة الزجاج بمراحل الإهمال شأنها في ذلك شأن صناعة الخزف
الطيني بل شأن سائر الصناعات الأخرى . وكان إنشاء أول مصنع للزجاج في
أيام الحاكم التركي محمد علي ، وكان المصنع بالقرب من مدينة الإسكندرية
(محطة معمل القزاز) ثم أنشئ ١٨٨٥ مصنع آخر في حي راغب باشا بسكندرية ،
ومصنع ثالث ١٨٩٥ في حي باب سدره من المدينة ، وكان مصير المصانع الثلاثة
الفشل والقضاء عليها في طور تكوينها بسبب منافسة البضائع الأجنبية .

ثم ظهرت بضعة مصانع صغيرة في بعض أحياء القاهرة كانت تنتج الأدوات
الزجاجية البسيطة كمصابيح البترول ومداخنها ودوارق الماء والقناديل وبعض
الحلى الزجاجية ، وكان يستخدم كسر الزجاج في صناعة تلك المشغولات .

وأخذت بعد ذلك صناعة الزجاج تنمو وتزدهر بفضل عناية الحكومة وتشجيعها وإقشاء المؤسسات الفنية لتغذيتها - فظهرت عدة مصانع للزجاج في مصر - وفي مقدمتها .

مصنع شركة النصر للزجاج البلورى (مصنع ياسين سابقاً) .

بدأ المصنع عمله فى مارس ١٩٣٢ فى شبرا الخيمة . وكانت با كورة إنتاجه الزجاج الشفاف الجيد . والمصنع مهياً بكامل المعدات والأقسام . ويعتبر فى مصاف أرقى المصانع الأوربية . وكانت تستورد الرمال البيضاء اللازمة لصناعة الزجاج من بلجيكا فى أول الأمر حتى اكتشفت حقول الرمال الصالحة فى البلاد . أما يلزم الصناعة من حجز جبرى فيستخرج من جبال بلدة سمالوط من أعمال محافظة المنيا . كذلك استغل المصنع مادة كربونات الصوديوم المستخرجة من وادى النطرون فى صناعة الزجاج . واستعان المصنع فى بدء إنتاجه بعمال فنيين من تشيكوسلوفا كيا حتى تمكن فريق من العمال المصريين من فهم الصناعة وخاصة عملية التشكيل بالنفخ اليدوى .

وينتج المصنع الآن شتى أنواع الأدوات الزجاجية الشفافة غير الملونة كالأقداح والأكواب والقوارير ومداخن مصابيح الكيروسين وأوانى التقطير ودوارق العامل والخاير وغيرها من أدوات علمية وطبية . وتستهلك البلاد معظم إنتاج المصنع ويصدر الفائض إلى الأقطار الشقيقة .

صناعة المواد الأسمنتية فى مصر الحديثة .

تقوم صناعة حرق الأحجار الجيرية والجبس لإنتاج الجير والمصيص منذ

القدم . وكانت تجرى عمليات الحريق في قناتن بدائية تشاهد بكثرة في جبل المقطم وغيره من أماكن . وقد تقدمت هذه الصناعة في البلاد وأدخل استعمال القناتن والأفران المستمرة المستعمل فيها للآزوت كمادة وقود ، مما خفض تكاليف الإنتاج كثيراً مع تحسينه . ومن أهم البلاد المنتجة للمصيص والجير «فايد والبلاخ» على قناة السويس .

أما الأسمنت ، فقد بدأت صناعته في مصر ١٩٠٠ وكان ذلك في بلدة المعصرة ، ثم تعددت مصانع الأسمنت في القاهرة والإسكندرية حتى أصبح في البلاد أحد عشر فرنًا ينتج أجود أنواع الأسمنت بمقدار سنوي يصل إلى مليونين من الأطنان ما بين أسمنت بورتلاندى عادى وسريع التصلب والمقاوم لفعل مياه البحر وأسمنت حرارى وأسمنت حديدى . وتستغل الخامات المحلية من حجر جيزى وطين وجبس التى تستخرج من الحاجر المجاورة للمصانع ، كذلك استغل خبث الحديد الناتج من صهر الحديد فى أفران اللفح العالى فى مصانع الحديد والصلب فى حلوان فى صناعة الأسمنت الحديدى .

المهيات الفنية والعلمية المعنية بصناعة الخزف فى مصر :

أنشأت وزارة التربية والتعليم (وزارة المعارف سابقاً) ١٩٢٩ قسمًا للدراسة صناعة الخزف الطينى فى مدرسة الفنون التطبيقية، وعينت له إخصائياً ألمانيا فى فن الخزف ، ثم نقل القسم إلى مدرسة الصناعات الخزفية ١٩٣٦ ، واكتفى بتدريس المادة فى المدرسة السابقة كمادة تابعة لقسم الخزقة ، ألغى القسم نهائياً ١٩٤٥ ، وأعيد إنشاء القسم فى كلية الفنون التطبيقية بعد ذلك . كذلك أنشئ

قسم للبحوث العلمية والتطبيقية لمواد صناعة الخزف في المركز القومي للبحوث في الدقي ، ويطلق على القسم اسم وحدة الحرارية ومواد البناء .

وفي ١٩٣١ أنشئ قسم خاص بالزجاج في وزارة التجارة والصناعة (مصلحة الصناعة وقتئذ) للبحث في كل ما يختص بصناعة الزجاج في مصر ، ثم أنشئ في ١٩٣٣ معهد الزجاج النموذجي بالعباسية لتنظيم صناعة الزجاج في مصر وتدريب المصريين عليها تدريباً عملياً منظماً ولإجراء التجارب وإعطاء الإرشادات المفيدة للمعنيين بأمر تلك الصناعة . إلا أن ذلك المعهد لم يستمر طويلاً . إذ توقف عن قبول طلبة جدد في أثناء الحرب العالمية الثانية حيث كانت تؤثر أفرانه ومعداته للشركات والأفراد لعمل التجارب وتدريب العمال ، ثم أخذ المعهد في استعادة نشاطه الدراسي منذ ١٩٤٦ فقبل دفعات جديدة من التلاميذ لتعليمهم وتدريبهم على صناعة الأجهزة العلمية ودراسة فروع أخرى من الزجاج كالزجاج المعماري والحلى الزجاجية وغيرها ، ثم أنشئ قسم خاص بالزجاج في كلية الفنون التطبيقية ١٩٦١ بعد أن كان يدرس كأحد مواد قسم الزخرفة من قبل .

الباب الأول

مواد الخزف الأولية

تشمل المواد الأولية التي تقوم عليها الصناعات الخزفية مواد ذات خواص لازمة وخمول كيميائي . وجميع هذه المواد فيما عدا القليل منها من المواد الأرضية .

وتنقسم مواد الخزف الأولية من حيث وظيفتها في تكوين الجسم الخزفي إلى الأقسام الآتية :

(١) المواد الطينية ، وهي المواد الأساسية المكونة للأجسام الخزفية .

(٢) مساعدات الصهر .

(٣) المواد الجيرية .

(٤) مواد إضافية .

المواد الطينية

الطين في اللغة مادة الخلقة ، والصلصال اسم يطلق على العجينة التي يصنع منها الخزف ، واشتق الاسم الفرنسي للطين من معنى اللزق والثبات خاصة اللازبية التي تتميز بها عجائنه .

والمواد الطينية مواد أرضية غير عضوية على هيئة رواسب سائبة تتكون من جسيمات تقل أبعاد أبعادها عن ٥.٠ ر. من المليمتر ، ولا تتوقف على التركيب الكيميائي لمادة الرواسب .

والطين أحد تلك المواد الطينية وهو مركب من أحماض ألومينوسيليكات المعقدة المرتبطة بجزئيات من الماء^(١) . ويوجد الطين في الطبيعة على هيئة معادن وصخور .

معادن الطين

وهي تكوينات متجانسة من الألومينوسيليكات المرتبطة بالماء ، فيما عدا معدن الموليت اللامائي . وتنقسم معادن الطين حسب تركيبها الكيميائي وأصل تكوينها إلى أربعة أقسام ، هي :

(١) معادن كاولينية .

(٢) معادن ألومينوسيليكات المائية غير المتبلورة . وتسمى أيضاً معادن الطينات .

(٣) معدن ألومينوسيليكات المائية المتبلورة ، وتسمى أيضاً معادن أشباه الطين .

(٤) معادن الموليت .

(١) سيرل : المواد الحرارية ، ٤ — ١١ ، ١٩٥٠ .

المعادن الكاولينية^(١) :

وهي معادن متبلورة في نظام أحادي الميل ، توجد في شكل رقائق عادة .
وهي ذات تركيب كيميائي محدود من ثنائي ألومينو سيليكات المرتبطة بمجزيئين
من الماء في كل جزيء منها . ويرجع أصل تكوين تلك المعادن إلى تحلل فلسبار
الصخور النارية الحامضة . وهي المعادن المكونة للكاولينات . وأهم هذه
المعادن هي :

الكاولينت :

وهو معدن الطين النقي ، يتركب من ٤٦ر٥٪ سيليك ، ٣٩ر٥٪ ألومينا ،
١٤٪ ماء .

خواص المعدن الطبيعية :

الكاولينت معدن ذو بلورات أحادية الميل ذات شكل معيني رقيق .
كما توجد منه بلورات أحادية الميل على شكل رقائق سداسية . كذلك توجد
البلورات على حالة كتل طينية متماسكة . والمعدن ساقي الضوئية عند فحصه
ميكروسكوبياً .

وبلورات المعدن هشة أو مسحوقة ، شفاقة أو ذات شفاقة جزئية ، لينة
تبلغ صلابتها من ٢ إلى ٢ر٥ من درجات الصلادة . ويبلغ ثقل المعدن النوعي
من ٢ر٦٠ إلى ٢ر٦٣ . والبلورات بريق لؤلؤي ، أما الكتل فيقل بريقها

(١) دانا : علم المعادن ، ٦٨٠ — ٦٨١ ، ١٩٣٣ .

عن ، ذلك وقد تكون معتمة ، ولون المعدن أبيض أو مغبر وقد يكون مصفراً ، وفي بعض الحالات يكون ذا منسحة بنية أو زرقاء ، كما قد يكون لون المعدن محمراً . وللمعدن ملمس دهني .

خواص المعدن الحرارية :

يبدأ المعدن في فقد ماء ارتباطه عند تسخينه إلى درجة 110°C . ويتم فقده لجميع ماء الارتباط في درجة حرارة أعلى من 330°C . ولا ينصهر المعدن في هب البورى (حوالى 1300°C) وتبلغ درجة انصهاره 1850°C .

خواص المعدن الكيميائية :

يقاوم الكاولينيت فعل الكيمياويات ، إلا أنه يذوب عند استمرار تسخينه لمدة طويلة في حامض الكبريتيك المركز . ويعطى الكاولينيت كغيره من مواد الطين لوناً أزرق فيروزياً عند تسخينه مع محلول كوبالتى ، ويعرف اللون الناتج بأزرق تينار . ويمتص المعدن محاليل الأصباغ بسهولة بمكتسباً خواص ضوئية ، وهذه خواص تميزه عن جميع معادن الطين الأخرى .

وجود المعدن :

يوجد الكاولينيت مع خامات الحديد في تكوينات الفحم ، كما يوجد في كثير من العروق الحاملة لخامات الفلزات ، وذلك كوجوده على هيئة بلورات في فجوات داخل عروق المرو ، ويوجد المعدن عادة مع معدنى الدياتبور والكورند .

صور الكاولينيت :

للمعدن صورتان متبلورتان مختلفتان عنه في الخواص الضوئية نتيجة لاختلاف توزيع الجزئيات داخل البلورات . كما توجد صورة ثالثة غير متبلورة للمعدن . وهذه الصور هي :

الناكريت :

ويختلف عن الكاولينيت في كونه موجب الضوئية في بعض أنواعه . ويوجد الناكريت قرب « فراي بيرج » في مقاطعة ساكسوني في ألمانيا .

الديكايت :

وهو صورة لمعدن الكاولينيت موجبة الضوئية في جميع أنواعها . وهو معدن متبلور يوجد في جزيرة « إنجليزى » بويلز ، وفي الجبال الحمراء قرب (أوراي) بولاية كولورادو .

الطينيت ^(١) :

وهو اسم أطلقه « ميلاور » على مادة الكاولين غير المتبلورة . وللمعدن خواص غروية تكسب الكاولين خاصية اللازمية .

الكاولين المتبلور :

ويتكون من معدن الكاولينيت والناكريت والطينيت على هيئة

(١) سيل : مواد الحرارية ، ٢٧ ، ١٩٥٠

بلورات مسطحة تحتوي على دقائق رمالية دخيلة ، ويوجد المعدن على هيئة متكتلة ذات لون أبيض أو مزرق أو مخضر . والمعدن واسع الانتشار ، وأهمه مناطق وجوده هي « بوهيميا » في تشيكوسلوفاكيا قرب كارلسباد ، كما يوجد في ساكسوني قرب فراي بيرج وقرب (مايسين) وجنوب (ليموج) وفي فيينا العليا ، كذلك يوجد في فرنسا حيث توجد أجود أجود أنواع الكاولين في أوربا ، وتصنع منه مشغولات بورسيلان السيفر المشهورة . كما توجد كميات كبيرة من الكاولين في (سانت أوستيل) وفي مناطق أخرى في مقاطعتي « كورنول » و « ديفونشير » بإنجلترا . ويوجد معدن الكاولين المتبلور في أمريكا في ولايات « بنسلفانيا » في تكاوين الفحم « وبرتسفيل » ويوجد قرب « ريتشموند » وفي ولاية « فيرجينيا » على هيئة مسحوق سائب في طبقة شاسعة الامتداد .

ويوجد المعدن التجاري في عدد من الولايات الجنوبية أهمها « جورجيا » و « كارولينا الجنوبية » .

ومن معدن الكاولين المتبلور ما يوجد قرب « الوشتا » بإقليم « كريميا » حيث يسمى معدن « الألوشيت » كذلك يوجد المعدن تحت اسم (تاكيزوليت) في تلال (يانوكامى) و (أومى) وكلها في بلاد اليابان .

الفوليريت :

وهو معدن يشبه الكاولينيت ، غير أن بعض نتائج تحاليله الكيميائية تشير إلى احتوائه على ١٥ ٪ من ماء الارتباط . ويوجد المعدن في مناجم الفحم بمقاطعة (ألييه) بفرنسا .

الميلوشيت :

وهو معدن كاوليني يحتوى على كميات متفاوتة من أكسيد الكروم تتراوح بين ٤ — ٩٪ تحمل محل بعض من ألومينا المعدن . وتبلغ صلادة المعدن ٢٥ ، وثقله النوعى ٢.١ . والمعدن ذو لون أزرق نيلي فاتح أو أزرق مخضر فاتح ، ومنه ماهو ذو لون أخضر سيلاندينى . ويرى المعدن شمسى إلى معتم ويوجد المعدن فى «رودينال» بالضرب ، كما يوجد فى «فولتيرا» و«توسكانى» بإيطاليا . كما وجد المعدن فى «إبلى» بولاية نيفارا .

الفوليكونسكويتة :

وهو معدن يشبه معدن الميلوشيت ، إلا أن ما به من أكسيد الكروم وما قد يوجد به من أكسيد الحديد يكون زائداً عن نسبة الألومينا المعتادة فى المعادن الكاولينية . ولون المعدن مزرق إلى أخضر زرقى . ويوجد معدن الفوليكونسكويتة فى الرواسب الطينية فى إقليم «أوكهانسك» بسيبيريا .

الفاراشيت :

يترب المعدن من ألومينو سيليكات المائية مع إحلال أكسيد الحديد محل بعض ألومينا المعدن : يد ٢ (لو، ح) ٢ س ١ أو (لو، ح) ٣ س ١ ، ٢ يد ١ . ويقع تركيب المعدن وسطا بين تركيب معدن الكاولينيت والكلورال (يد ٢ ح ٢ س ١) .

ومعدن الفاراشيت صعب الانصهار ، ولكنه يذوب فى حامض

الإيدوكالوريك . والمعدن ذو لون أصفر فاتح . ويوجد المعدن في «ماراتشيو»
شرق جبل «أنكاراترا» بجزيرة مدغشقر .

معادن الألومينو سيليكات المائية غير المتبلورة ^(١) :

تتركب هذه المعادن من ثنائي ألومينو سيليكات المرتبطة بعدد من جزيئات
الماء يختلف عن عددها في المعادن الكاولينية ، وهي معادن غير متبلورة ذات
مظهر صيني . وهي نواتج ثانوية للمعادن الكاولينية توجد على هيئة عروق
أو طبقات رسوبية منقولة . وهي مكونات الطينات (الطين الثانوي أو المنقول)
وأشهر هذه المعادن هي :

الهولوسيت :

وهو مادة طينية تتركب من : 2Al^{3+} ، 2Si^{4+} ، $4\text{H}_2\text{O}$ ، 2H^+ ، 2OH^- :
وهو يشبه الكاولينيت غير المتبلور مع إحتوائه على نسبة أعلى من الماء
إذ يرتبط جزيء من الماء بجزيء المركب إرتباطاً ميكانيكياً ، ويفقد المعدن
ذلك الجزيء من الماء بسهولة مما يدعو إلى التفكير في أن المادة كاولين امتص
جزيء منه جزيئاً من الماء عن طريق الإرتباط الجألي في مجموعة أيدروكسيد الماء .

والهولوسيت مادة طينية ذات مكسر محاري ، ذات شفاقة جزئية إلى
معتمة ، وقد تصبح شفاقة عند غمرها بالماء ويزيد وزن المادة عند وجودها في
الماء بمقدار خمسها . والمادة لينة تتراوح صلابتها بين ١-٢ ، ويبلغ ثقلها النوعي

(١) دانا : علم المعادن ، ٦٨١ - ٨٦٢ - ١٩٣٢ :

من ٢ إلى ٢٢ ، ذات بريق لؤلؤى أو شمعى كما قد تكون معتمة عديدة
البريق . ولون المادة أبيض ، مغبر ، مخضر ، مصفر مزرق أو محمر .

وتفقد المادة كل ماء ارتباطها عند التسخين ، ولا تنصهر في لهب البورى
وتحللها الأحماض ، ويعطى الهولويسيت لونا أزرق جليلا في اختبار تينار .

ويكثر وجود المعدن كنتاج ثانوى فى شكل عروق أو على هيئة طبقات
منقولة ، كما يوجد فى جيوب داخل الصخور النارية . ويكثر انتشار المعدن
فى أما كن متعددة بكميات صغيرة .

ومن أنواع الهولويسيت ما يوجد فى مدينة « انجلير » ببلجيكا تحت اسم
معدن جالا بكتيت ، ومن أنواع المعدن ما يسمى بالطلق الكاذب وهو هولويسيت
غير نقى ذو لون أخضر قاتم ، تبلغ صلابته ٢٢٥ و ثقلة النوعى ٢٤٦٩ .

الإنديانايت :

أو طينة البورسيلان الأبيض . يوجد فى ولاية « إنديانا » مع معدن
الآلوفين فى طبقات يبلغ سمكها من ٤ — ١٠ أقدام .

السمكتيت :

وهو مادة مخضرة اللون تبدو شفافه وقد تعير هلامية عند رطوبتها . ويوجد
المعدن فى « كوندية » قرب « هوران » بفرنسا . أو الطينة الكروية .

الطينة اللازقة أو الطينة الكروية :

وتتنس هذه الطينة إلى معادن الألومينو سيليكات المائية غير المتبلورة ،

وهى نوع من الهولوبسيت وخاصة ما يوجد منها فى جبل الصابون (بيرج سيفه) بألمانيا .

التيرميارييت :

وهو مادة تشبه الطينات فى نواح كثيرة، والمادة غير مؤكدة التركيب وتوجد فى مناجم الأنثيمون فى مقاطعة اللوار العليا بفرنسا .

معادن أشباه الطين^(١) :

وتسمى أيضاً معادن الألومينا سيليكات المائية المتبلورة . وتتركب من الألومينا والسليكا والماء بنسب جزيئية غير محدودة مختلفة عن نسب وجودها فى المعادن الكاولينية . وقد نتجت هذه المعادن عن تحلل معادن الصخور النارية القاعدية مثل معادن البيروكسين والأمفيبول . وتحتوى بين مكوناتها على الماغنيسيوم والكالسيوم فى العادة وعلى الحديد فى أغلبها . وتكون هذه المعادن مواد أشباه الطين . وأهم هذه المعادن هى :

الباتشيلوريت :

ويتركب من : لو ٢ ام ، ٢ س ام ، يلم ١ (؟) والمعدن ورقى البنية أخضر اللون يوجد فى مناجم جبال « لييل » بآلمانيا .

الليفيارييت :

ويتركب من الألومينو سيليكات المائية المتبلورة وبلوراته من النظام

(١) دانا : علم المعادن ، ٦٨٢ — ٦٨٤ — ١٩٣٢ .

الأحادي الميل توجد على هيئة تجمعات دودية . تبلغ صلابته ٥را ، وثقله النوعي ٢ر٥ — ٢ر٦ ، عديم اللون أو في درجات لونية بنية . سالب الضوئية . صعب الانصهار في لمب البوري ، ينفخ عند تسخينه .

ويوجد الليفياريت في الصخور الشيستية في أماكن متعددة في فرنسا ، كما يوجد في ولاية « كولورادو » مختلطاً بالكوارتز وأكاسيد المنجنيز المتخللة شقوقه وثناياه .

الأنوكزيت :

يتركب المعدن من : لو ٢ ، أم ٣ ، س ١ ، ٢ يد ٢ ، ١ : وبلورات المعدن من النظام الأحادي الميل على هيئة مسطحات سداسية المحيط . تبلغ صلابته ٢ر٥ ، وثقله النوعي ٢ر٤ — ٢ر٥ ، أبيض اللون ، ذو بريق لؤلؤي . سالب الضوئية .

ويوجد الأنوكزيت في بلدة « بيلين » ببوهيميا كناتج من تحلل معدني البيوتيت والأوجيت . كذلك يوجد المعدن على هيئة قشور في تكاوين الصخر الرملي في « أيون » بولاية كاليفورنيا تحت اسم معدن الأيونيت . ويعتقد أن الأنوكزيت واسع الانتشار بين اللوادر شبه الطينية .

البيديليت :

يتركب المعدن من : لو ٢ ، أم ٣ ، س ١ ، ٤ يد ٢ ، ١ . ومنه ما يحتوي على نسبة عالية من الحديد ، ويسمى هذا النوع بيديليت حديدي ، وبلورات المعدن مسطحة رقيقة يحتمل أن تكون من النظام للعيني ، وتوجد البلورات

على هيئة كتل طينية مجوية . ولون المعدن أبيض محمر أو رمادي مائل إلى البني، ذو بريق شمعي إلى زجاجي . ويوجد المعدن في « بيديل » بولاية كولورادو .

الأليروسيت :

ويتركب المعدن من ألومينو سيليكات الحديد والحديدوز والمنجنيز وغيرها من الفلزات . ويوجد على هيئة متكتلة ، تبلغ صلابته ٢ ، وثقله النوعي ٢٨٢٨ ، ذو لون شيكولاتي قاتم ، ومخدش أصفر برتقالي إلى أصفر قاتم ، له بريق دهني . ينصهر في درجة حرارة ١٠٠٠ م . ويوجد المعدن في وادي نهر « شوتشور » بمنطقة « كراتشيف » بشمال القوقاز .

الكوتشيت :

يتركب المعدن من : ٢ لو ٣ م ، ٣ س ١ م ، ٥ يد ٣ ا (٩) . بلوراته من النظام المكبي على شكل مكعبات مندمج فيها بلورات ذات ثمانية أوجه ، وقد توجد البلورات على هيئة مجموعات حبيبية دقيقة . ولون المعدن أبيض . ويوجد المعدن في « كوتش مورا » في إقليم « ريكو » باليابان .

الكيموليت :

يتركب المعدن من : ٢ لو ٣ م ، ٩ س ١ م ، ٦ يد ٣ ا (٩) ويوجد المعدن على هيئة مسحوق متبلور أو طباشيري . ويحتمل أن يكون المعدن مخلوطاً من عدة معادن طينية ، والمعدن رخو جداً ، ثقله النوعي ٢١٨-٢٣٠ لوناً أبيض ، مغبر أو محمر ، وينتج المعدن من تحلل معدن لأوجيت .

ويوجد السكيوليت في جزيرة « كيمولوس » وفي جزيرة « سكلاوس »
باليوتان ، ويسمى معدن الجزيرة الثانية أرجنتيرا أى الفضى . ويوجد المعدن
تحت اسم بيليكانيت في مدينة « كييف » بروسيا ، كما يوجد المعدن في جبل
« هراديست » قرب بيلين يوهيميا . وتوجد مواد مشابهة للمعدن في
النرويج و « مين » .

الموتيمور بليونيت :

يحتمل أن يكون تركيب المعدن من : (ما ، كا) ، لو ، ا ، ٥ س ، ا ،
ق يد ، أ ، حيث تتراوح قيمة « ن » بين ٥ إلى ٧ . ويشبه المعدن في ترتيب
جزئياته معدن الكلولينيت . والمعدن رخو جداً ناعم طينى البنية ، يبلغ ثقله
النوعى ٢ ، ضعيف البريق ، ذو لون أبيض أو مغبر إلى أحمر وردى ومنه ما
هو مزرق أو أخضر فستقى ، وللمعدن ملمس دهنى واضح . وهو أحد نواتج
تحلل المعادن الألومينية البركانية .

ويوجد الموتيمور بليونيت قرب « ماكسكا — ميزو » برومانيا ، كما
يوجد في جبل « موريللو » بفرنسا وإليه يرجع اشتقاق اسم المعدن . كذلك
يوجد للمعدن تحت أسماء مختلفة في فيينا وغيرها من البلاد .

وينتمى معدن البنتونيت المنتشر في غرب أمريكا وكندا إلى معدن
الموتيمور بليونيت .

الكوليريت :

يتركب المعدن من : ٢ لو ، ا ، ٥ س ، ا ، ٩ يد ، ا . وهو معدن طينى

أبيض برق، دهني الملمس، يلزق باللسان، ثقله النوعى ٢-٢١٥ ر معتم ضوئياً، رخو جداً .

ويوجد الكوليريت قرب « شيممنز » بسلوفاكيا وفي بافاريا . وجبال البيرينيز . كذلك يوجد المعدن على هيئة مادة بيضاء رخوة في شقوق صخور الطباشير في « سكس » .

البيروفيليت : (١)

يتركب المعدن من : يد٢ لو٢ (س ا٢) ، أولو٢ ا٢ ، ٤ س ا٢ ، يد٢ ا٢
بنسبة ٦٦ر٧ / سيليكات و ٢٨ر٣ / ألومينا و ٥ / ماء .

وتتعدد أشكال بلورات المعدن فمنها المعيني والورقي والوبري والمتشعب ، كما قد يوجد المعدن على هيئة حبات متماسكة ، ومنه ما هو شبه مبلور ذو بنية صفحية إردوازية تشبه معدن الطلق، وصفائح المعدن قابلة للالتواء في غير مرونة ولمس المعدن دهني غير لازب ، تبلغ صلادته ١ - ٢ ، وثقله النوعى ٢ر٨ - ٢ر٩ ، الصلابة منه ذو بريق لؤلؤي ، أما الكتلة فعديمة البريق ، لون المعدن أبيض ، أخضر تقاحي ، أخضر رمادي ، أخضر مائل للبنى ، مصفر أوفى لون أصفر الأهرة ضعيف الشفافية وقد يكون معتما . سالب الضوئية .

يتصاعد من المعدن ماء عند تسخينه في درجات الحرارة العالية . ويبيض اللون منه عند تسخينه في لهب البورى ، وينصهر بصعوبة عند الأطراف .

(١) بيرجر : « أيجنرالوليت » مادة حرارية جديدة ، جورنال جمعية الخزف الأمريكية ١٩٢٦ ، ٣٤٣ ، ٩

تنفك الأنواع الورقية والمتشعبة منه عند تسخينها إلى شكل مروحة منتفخة إلى أضعاف حجمها الأصلي .

ويتحلل المعدن تحللاً جزئياً بواسطة حامض الكبريتيك ، ويتحلل تحللاً كاملاً عند صهره مع القلويات . ويعطى المعدن لوناً أزرق قائماً في كشف تينار .

والبيروفيليت نوعان ، هما :

(١) نوع موزق متشعب من البنية ، قريب الشبه بمعدن الطلق في كل من الملمس واللون والبريق والبنية . يستخدم هذا النوع فيما يستخدم فيه الطلق . وهو من المواد الحرارية المستعملة في صناعة الحرارية . والمعدن من المواد الهامة الحاملة لمعدن السكياتيت خام الألومنيوم .

(٢) نوع متكامل ذو لون أبيض ، مغبر أو مخضر ، والمعدن قريب الشبه من معدن الاستياتيت أو من الطباشير الفرنسي ، ومن معادن هذا النوع معدن الأجلتاتوليت الموجود في الصين والذي تصنع منه أقلام الإردواز، لذلك يطلق عليه أحياناً اسم حجر أقلام الإردواز . وهذا النوع من المعدن من أهم مكونات الصخور الشيتية .

ويوجد البيروفيليت في جبال أورال بروسيا في جبل « كاترينا » ، كما يوجد في « فاليس » بسويسرا، وفي ليبج ببلجيكا ، وفي لكسمبورج . كذلك يوجد المعدن في بلاد السويد والبرازيل، ويوجد المعدن في أمريكا في ولايتي بنسفال وكارولينا الشمالية على هيئة طاق أردوازي، ويوجد مع اللازوليت والسكياتيت في ولاية كارولينا الجنوبية ، كذلك يوجد في ولايتي جورجيا وكاليفورنيا .

الآلوفين :

يتركب المعدن من : لو_٢ ، اس_٢ ، نيد_٢ ، ا ، حيث «ن» قد تكون خمسة ، وذلك مع شوائب من الكربوكولا « سليبيكات النحاس المائية » التي يرجع إليها لون المعدن السماوى عند وجودها ، أو من الملائخيت « كربونات النحاس القاعدية » التي تكسب المعدن اللون الأخضر ، أو من أكاسيد الحديد التي تلون المعدن فى درجات لونية من الأصفر إلى البنى . ومن أنواع الآلوفين ما يكون عنياً بالحديد ويسمى الآلوفين الحديدى .

وبنية المعدن زجاجية ، ويوجد على هيئة مسحوق أو مسطحات مبرزة كما فى معدن الهياليت (س_٢ ، نيد_٢ ، ا) ، كذلك يوجد المعدن على هيئة أعمدة الاستلاكتيت الهشة القابلة للسحق .

ومكسر المعدن محازى غير منتظم ذو سطح لامع وقد يكون طينياً مطفياً . والمعدن هش جداً تبلغ صلادته ٣ ، وثقله النوعى ١٨٥ — ١٨٩ ، يتراوح بريقه بين الزجاجى إلى تحت الصمغى لكن بريقه الداخلى شمعى . والنقى من المعدن عديم اللون ، مسحوق ذو شفافية جزئية ، والمعدن معتم ضوئياً .

يتصاعد من المعدن ماء غزير عند تسخينه فى أنبوبة مغلقة ، لا ينصهر فى هب البورى لكنه يتفتت .

يتهلم المعدن عند إضافة حامض الأيدروكلورديك إليه ، ويعطى لونا أزرق فى كشف تينار .

وينتج الآلوفين من تحلل الفلسبار أو الصخور النارية القاعدية التى تحتوى

على سيليكات الألومنيوم ، ويغلب وجور المعدن داخل فجوات وجيوب العروق الحاملة للخامات وخاصة خامات النحاس والخاصين ، كما يغلب اقترانه بمعدن الليمونيت ، كذلك تحتويه بعض تسكاوين الفحم . ويوجد الألوفين في سردينيا وفي الصخور الطباشيرية القريبة من « وولتش » و « كنت » و « كورنول » بالبحر ، ويوجد الألوفين في ولاية بنسلفانيا بأمريكا . ويوجد المعدن في « سانتاروزا » بكولومبيا مختلطاً بمعدن الويفيلت نحو اسم فييريت .

الميليت :

يتركب المعدن من : ٢ (لو ، ح) ٢ ا م ، س ا م ، ٨ يد ١ . ويوجد على هيئة منشورات غير كاملة أو على شكل أعمدة الاستلاكتيت أو على شكل كتل ، وتبلغ صلابته ٣ ، وثقله النوعي ٢ر٢ ، ذو لون بني مزرق ، ولا ينمهر في لهب البوري . ويوجد المعدن في « سالفيلد » و « ثورينجيا » .

الشروتريت :

يتركب المعدن من : ٨ لو ٢ ا م ، ٣ س ا م ، ٣٠ يد ٢ ا (؟) . وقد يوجد المعدن مخلوطاً ببعض من معدن الألوفين . وبنية المعدن صمغية تبلغ صلابته ٣ — ٣ر٥ ، وثقله النوعي ٢ر٩٥ — ٢ر٥٠ ، ذو لون أخضر فاتح أو مصفر . والمعدن معتم ضوئياً ، ويوجد معدن الشروتيريت في المساو في ولاية (ألاباما) بأمريكا .

ومن معدن أشباه الطين غير السابقة معدن السينويت والسكاتلينيت .

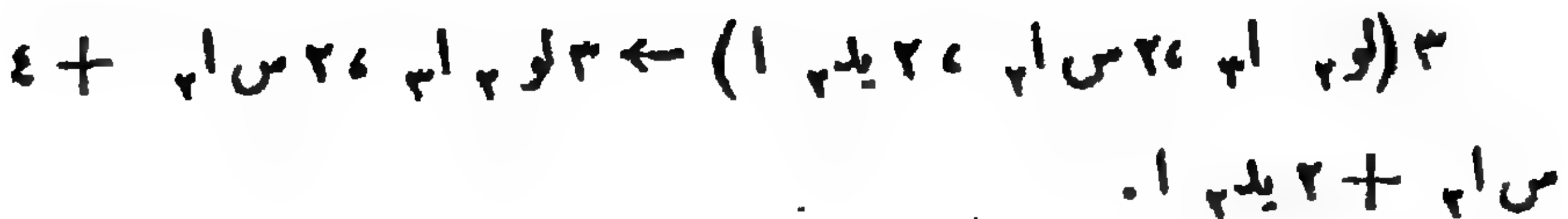
معدن الموليت^(١) :

يتركب المعدن من : ٣ لو ٢ ، ٣ ا ٢ ، ٢ س ا ٣ .

وهذا هو التركيب الوحيد المعروف بين معادن سيليكات الألومنيوم الذي يتبلور من مصهور هذه السيليكات في درجات الحرارة التي تسوى فيها المشغولات الطينية ، إذ تبلغ حدود درجات حرارة تكوينه ما بين ٨٠٠ — ١٠٠٠ °م .

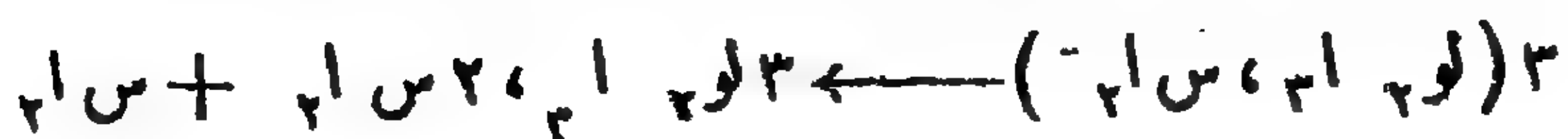
وبلورات الموليت من النظام المعيني على هيئة منشورات ، كما قد يوجد المعدن في حالة غير متبلورة . والمعدن موجب الضوئية ، معامل انكساره ١.٦٤٢ ر١ — ١.٦٥٤ ر١ ، ويوجد المعدن في الطبيعة في فجوات الصخور الطينية المجاورة للحجم البركانية التابعة للحقب الثلاثي في جزيرة « مول » باسكتلندة .

ويتكون المعدن صناعياً من تفكك معادن الطين ، وكذلك من تفكك معدن الأندولوسيت والسيلمانيت عند تسخينها إلى درجات حرارة تتراوح بين ٨٠٠ — ١٠٠٠ °م . حدود تكوين المعدن . ويتفكك الكاولين إلى الموليت مع خروج السيليكا على هيئة ترديديميت أحد صورها ، وذلك كما في التفاعل الآتي :



(١) دانا : علم المعادن ٦١٧ ، ١٩٣٢ .

ويتفكك معدنا الأندالوسيت والسيليمانيت كما في التفاعل الآتي :



ويكثر وجود الموليت في الأجسام الخزفية وخاصة في البورسيلات .
وينصهر الموليت في درجة حرارة ١٨١٦°م تقريباً . وهو عندئذ يتفكك إلى
الألومينا أو معدن الكورند وسيليكات ألومنيوم منصهرة ، ويمكن التعبير عن
التفاعل كآتي :



والموليت كثير الاستعمال في صناعة الحرارية .

صخور الطين^(١)

صخور الطين تكوينات ضخمة من معادن الطين السابقة مع أخلاط أرضية
مختلفة توجد في الطبيعة على عدة حالات ، وذلك تبعاً لطرق ترسيبها وأما كن
تكوينها . فمنها ما هو على هيئة عروق أو كتل أو كسبان أو ركام وهذه تكوينات
غير منتظمة الشكل ، ومنها ما يوجد على هيئة طبقات رسوبية منتظمة . وتشمل
صخور الطين الطبيعية الأنواع الآتية :

الطين الرخو :

ويوجد فيه الطين على هيئة طبقات أو عروق أو كتل رخوة ذات

(١) تيريل : مبادئ البتولوجيا ، ٢١٢ — ٢١٦ ، ١٩٢٨ .

جسيمات سائبة أو ضعيفة التماسك . ويحتفظ الطين في تلك الصخور بلازيتته .
ومن صخور الطين الرخو رواسب السكاولين والطينة البيضاء . وهي أفضل
أنواع الطين في صناعة الخزف .

الحجر الطيني :

وهو صخر طيني كثير الانتشار في الطبيعة ، ويوجد على هيئة طبقات
سميكة ذات جسيمات مندمجة متجانسة . والصخر ناتج من عمليات رسوب
متجانسة مستمرة تحت ظروف واحدة من تماسك الأجزاء والتصلب بالضغط
والتجفيف . ويحتاج الحجر الطيني عند استعماله إلى عمليات التكسير والجرش
والنقع في الماء ليستعيد لازيتته .

وقد يفتت الحجر الطيني بعد تكوينه نتيجة تعرضه لعوامل التعرية متحولاً
إلى كتل تسير بالحركة إلى أجسام تشبه الزلط في حجمه وشكله ، يطلق عليها
اسم الطين الزلطي .

الطفل :

الطفل أو الطفال صخر طيني مشكون من صفائح رقيقة . ويتكون الطفل
من عمليات رسوبية متقطعة لمواد طينية مختلفة في كل صفحة منه عن التي تليها .
وقد يكون الاختلاف في نوع المادة أو في حجم الجسيمات مما يؤدي إلى عدم
اندماج مكونات كل صفحة مع ما يجاورها .

ويفقد طين الطفل لازيتته مع احتفاظه بتركيبه الكيميائي ، نتيجة لتعرض
جسيماته للضغط وحرارة التجفيف . ويحتاج إلى تفتيته ونقعه في الماء فترة من

الزمن ليتمكن الماء من التخلل والانتشار بين الجسيمات واستعادة لازيتها .

وقد وجد أن طين الطفل وكذلك الحجر الطيني المحتوى على بقايا نباتية
نامية أو الذى لامس نباتا أو بعض الأحياء أسهل فى استعادة لازيته عند
خلطه بالماء من الأنواع التى لا تحتوى على تلك البقايا ، وذلك لاحتوائه على
غرويات حافظة من مستحلبات الدبال العضوى الناتج من تلك الأحياء (١) .

الطين البحرى :

وهو الطين المترسب فى قاع البحار والمحيطات والبحيرات المالحة العميقة
بعيدا عن الشاطئ ، ويحتوى هذا الطين على أملاح ذائبة تضاف من لازيته
وتسبب عيوباً للمشغولات الخزفية المصنوعة منه . ويحتاج الطين البحرى
لعمليات غسل طويلة أو لبعض المعالجات الكيميائية عند تجهيزه للتخلص من
فعل تلك الأملاح الضارة .

الركام الثلجى :

الركام الثلجى أو طين التلاجات هو ما يترسب عند ذوبان التلاجات
سما حملته أثناء هبوطها من أعالي الجبال أو المناطق المتجمدة وألفت به على شكل
أكوام غير منتظمة فى مياه البحيرات المؤقتة الناتجة من ذوبان الثلوج . ويطلق
على كل كوم من تلك الأكوام لفظ الركام . والركام الثلجى صخر غير
متجانس فى مواده ولا فى أحجام أجزائه ، وطينه رخو غير متماسك ضعيف
اللازية ، يكثر فيه الحصى والجلايميد المعروف باسم الجلود الطينى . وتحتاج

(١) بيرس وكلى : الجورنال الجيولوجى ، ٣٨ ، (٢) ، ١٩٢٠ ، أصل الجيوتيل .

طينات الركام الثلجى إلى عمليات طحن قبل استعمالها ، ولا تستعمل إلا فى صناعة أنواع الطوب ومواد البناء الخزفية فقط .

وتوجد الركامات الثلجية شمال وجنوب خط عرض ٤٠° غالبا ، كما توجد فى المرتفعات العالية التى تكسوها طبقات الجليد .

الكثبان الطينية :

الكثبان الطينية أو « لويس » تكوينات من الطين وسط أمريكا ، كما توجد أنواع مشابهة منها فى أواسط أوروبا وآسيا . والكثيب تل من دقائق الطين الذى سبق تكوينه فى مناطق بعيدة ثم نقلت بفعل الرياح ، وحدث فى أثناء انتقالها عمليات فرز ألفت بالحبات الكبيرة فى أول الطريق ثم بالأقل حجما وهكذا متدرجة فى الرسوب ، حتى لم يبق غير الدقائق التى قويت الرياح على حملها مسافات طويلة ، وأخذت تسنى عند ما فقدت الرياح الناقلة لها سرعتها أو عند ما اصطدمت بحائل من جبل أو تل أو شجرة مثلا .

ويختلف ارتفاع الكثيب من بضعة أقدام إلى عشرات الأمتار . والكثيب تكوين منتظم غير طبقى يتكون من جسيمات تكاد تكون متجانسة فى الحجم ، وتوجد جسيماته غير متماسكة . وغالبا ما يتخلل الكثيب شقوق عميقة تصل إلى القاع نتيجة فعل النبات والديدان ، وقد تحتوى الكثبان الطينية إلى حفريات لحيوان أو نبات مدفونة فيها . ولا يحتوى طين الكثبان على كوارتز رملى . ومواد الكثبان الطينية صعبة التشغيل لكبر معامل انكماشها وتشقق مشغولاتها فى أثناء تسويتها . وتحتاج لإصلاحها إلى إضافة

مواد خشنة . وقلما تجد هذه الطينيات استعمالا في غير صناعة الطوب الأحمر
المادى .

الإردواز :

الإردواز صخر طينى متحول ذوبنية صفحية متلاصقة يسهل فصل صفائحها
عن بعضها البعض ، ويتركب الإردواز من سيليكات الألومنيوم اللامائية .
وتكون الإردواز في عصور جيولوجية سحيقة عندما تعرضت بعض الصخور
الطينية لعوامل الضغط ودرجات الحرارة العالية .

ولا يصلح الإردواز مطلقا في الصناعات الخزفية لعدم إمكان تحويله إلى
عجينة لازية تقبل التشكيل ، وذلك لفقد ماء ارتباطه عند تعرض صخرة الطين
لدرجات حرارة التحول العالية ، مما يجعله غير قابل للامتزاج بالماء لتكوين
عجائن لازية . بل تستعمل شقائق الإردواز بعد فصلها في أعمال التسقيف
وغيرها .

مساعداات الصهر^(١)

مساعد الصهر هو المادة التى تعمل على خفض درجة حرارة الانصهار
عندما تخطط بمادة أخرى أعلى منها في درجة الانصهار . وتعمل مساعداات
الصهر مع الطين في عجائن الأجسام الخزفية لتعمل على خفض درجات حرارة

(١) مساعد الصهر هو الاسم الصحيح الدال على فعل المادة ، وليس الصاهر أو الصهر
كما يطلقه البعض ، فالمادة لا تنصهر وإنما يقتصر عملها على خفض درجة الانصهار مما يساعد
على المعالجة .

الانصهار الجزئي لبعض جسيمات الطين في عمليات تسوية مشغولاتها . كما
تعمل مساعدات الصهر كمواد رابطة لأجزاء الجسم الخزفي نتيجة لانصهارها
في درجات حرارة منخفضة عن درجات انصهار الطين إلى سائل عالي اللزوجة
يتجمد على هيئة بنية زجاجية ، فتعمل على ملء الفراغات والمسام بمادة زجاجية
رابطة . كذلك تعمل مساعدات الصهر في مشغولات الفخار المسوي في درجات
حرارة منخفضة كمواد خشنة في عجائن تلك المشغولات .

وأهم مساعدات الصهر المستعملة في الخزف هي معادن وصخور الفلسبار ،
ومعادن وصخور السيليكات ، كما يستعمل معدني الكربوليت والفلورسبار
في بعض المشغولات .

معادن الفلسبار^(١)

الفلسبار اسم لفصيلة من معادن تتركب من متعدد سيلكات الألومنيوم
لواحد أو أكثر من أكسيد الفلزات القلوية أو القلوية أرضية . ولا تحتوي
معادن الفلسبار على فلزي الحديد والماغنسيوم مطلقاً .

وتتكون معادن الفلسبار أغلب للصخور النارية الحامضة مثل صخور
الجرانيت والديوريت ، كما أنها توجد في صخور البازات القاعدية . ويوجد
الفلسبار منفرداً على هيئة صخور فلسبارية مثل صخور البجماتيت والأيليت .

(١) دانا : علم المعادن ، ٥٣٤ — ٥٤٩ ، ١٩٣٢ .

(٢) يشتق الاسم من الأصل الألماني المكون من مقطع « فلد » بمعنى الحقل والمقطع
« سبات » بمعنى بلورة أي بلورة الحقل .

تقسيم معادن الفلسبار :

تنقسم معادن الفلسبار من حيث نظام بلوراتها إلى :

(أ) معادن فلسبارية ذات بلورات من النظام الأحادي الميل . وتشمل معادن الأورثوكليز والصودا أورثوكليز والهيالوفين والسازيان .

(ب) معادن فلسبارية ذات بلورات من النظام الثلاثي الميل . وتشمل معادن الميكروكلين والصودا ميكروكلين والأورثوكليز ومجموعة معادن البلاجيوكليز .

وتنقسم معادن الفلسبار من ناحية تركيبها الكيميائي إلى :

(أ) فلسبار بوتاسيومى أو معادن الأورثوكليز ، وفيها تسكون قاعدة المركب جميعها أو معظمها من البوتاسا . ومن ألقى أنواع الفلسبار البوتاسيومى معدن الأدولاريا والميكروكلين .

(ب) فلسبار الصودا أورثوكليز ، ويتركب معادته من معدن سيليكات الألومنيوم لكل من فلزى البوتاسيوم والصوديوم بنسب مختلفة لكل منهما (بو ، ض) ٢Al ، ٢Si ، ٦O . ومن معادن هذا النوع السانيدين والأيسو أورثوكليز والهيالوفين الذى يحتوى على بعض من فلز الباريوم بجانب البوتاسيوم ومعدن الصودا ميكروكلين والأورثوكليز .

(ج) الفلسبار الصوديومى . وهو ما كانت قاعدته من الصودا كما فى معادن

الأليمت .

(د) الفاسبار الجبرى : وهو ما كانت قاعدته من الجير كما فى معدن الأنورثيت .

(هـ) معادن البلاجيوكليز : وهى معادن قواعدها من كل من الصودا والجير مثل معدن الأوليجوكليز والأنديزين واللابزادوريت والبايتونيت .

(و) معدن السليزيان وقاعدته من الباريا .

الخواص العامة لمعادن الفاسبار :

تشارك معادن الفاسبار فى الخواص الآتية :

١ — التركيب الكيمايى : تشارك معادن الفاسبار فى التركيب العام وهو متعدد سيليكات الألومنيوم لواحد أو أكثر من الفلزات القلوية أو القلوى أرضية .

٢ — النظام البلورى : تبلور هذه المعادن فى نظامين بلوريين : هما النظام الأحادى لليل والنظام الثلاثى لليل . كذلك تتشابه بلورات هذه المعادن فى الشكل المنشورى وفى الخواص البلورية ، فهى ذات تشقق متعامد غالباً ما يكون موازاً لقاعدة البلورات ، وتتكون وحدات البلورة من أربعة جزئيات لتركيب المعدن ، فهى ينتشر ظاهرة التوائم بين بلوراتها .

٣ — الخواص الضوئية : جميع معادن الفاسبار سالبة الصوئية عند فحصها

ميكروسكوبياً ، وذلك فيما عدا معدن الألبيت الموجب الضوئية .

٤ — يقع معامل انكسار معادن الفاسبار ما بين ١.٥١٩ إلى ١.٩٥٥

والزيادة في مقدار معاملات الانكسار تكون نحو معدني الأنورثيت والسازيان.

٥ — اللون : يغلب اللون الأبيض والألوان الباهتة بين معادن الفلسبار ولا يوجد منها ما هو قائم اللون . وتتفاوت معادن الفلسبار في درجات شفافيتها.

٦ — البريق : تريق المعادن الفلسبارية متوسط دائماً .

٧ — الثقل النوعي : تتراوح الأثقال النوعية لمعادن الفلسبار بين ٢.٥ إلى ٢.٩ ، وأغلبها يقع بين ٣.٥٥ - ٢.٧٥

٨ — للكسر : مكسر معادن الفلسبار محاري ، وقد يكون غير منتظم .

٩ — الصلادة : تتراوح صلادة معادن الفلسبار بين ٦ - ٦.٥ ، وغالباً ما يكون جسم المعدن هشاً .

١٠ — درجات الانصهار : تتراوح درجات انصهار معادن الفلسبار بين ١١٠٠ - ١٣٠٠ م . وتكون عند انصهارها سوائل عالية اللزوجة ، وتتجمد عند تبريدها السريع إلى بنية زجاجية .

١١ — فعل الكيماويات — تقاوم معادن الفلسبار فعل الأحماض ، وتقل المقاومة نحو معدن الأنورثيت الذي يذوب في حامض الأيدروكلوريك المركز تاركاً سيليكاً هلامية .

١٢ — الاستعمال : معادن الفلسبار ، لما لها من خواص حرارية ومقاومة كيميائية ، من أنسب المواد المستعملة كمساعدات صهر للطين وفي خلطات التزجيج في المشغولات الخزفية .

وأهم معادن الفلسبار هي :

الأورثوكليز : يتركب المعدن من : بو ٢ ، لو ٢ ، أ ٢ ، ص ١ ، وذلك
بنسبة ٦٤ر٧٪ سيليك ، ١٨ر٤٪ ألومينا ، ١٦ر٩٪ بوتاسا . ومعامل
إنكساره ١٥١٩ر١ - ١٥١٣ر١ - ١٥٢٥ر١

الخواص الحرارية : يتحول الأورثوكليز عند تسخينه إلى درجة حرارة
٩٠٠°م إلى معدن السانيدين بنفس التركيب ولكن في بنية زجاجية. ولا يعود
السانيدين إلى الأورثوكليز ثانية عند تبريده . وينصهر الأورثوكليز في درجة
حرارة ١٣٠٠°م . وهو لذلك من المواد صعبة الانصهار بالنسبة للهب البورى.

الخواص الكيميائية : يعطى مخلوط من مسحوق المعدن مع مسحوق الجبس
في هب البورى لوناً بنفسجياً لون بخار البوتاسيوم. ولا يتأثر المعدن بالأحماض
ويتميز الأورثوكليز عن معدنى الباريت والكالسيت اللذين يشبهانه في المظهر
بشدة صلابته وصعوبة انصهاره وعدم تأثره بالأحماض . ويتميز المعدن عن
الكوريد الذى يشبهه في المظهر أيضاً بأنه أقل منه صلادة وثقلاً نوعياً .

الأورثوكليز الصناعى : يمكن الحصول على بلورات من الأورثوكليز
الصناعى عند تبريد مصهور من السيليك الهلامية والألومينا مع محلول البوتاسا
في الماء بنسب وجودها في المعدن وذلك داخل أنبوبة مغلقة. كذلك تتكون
بلورات الأورثوكليز عند تسخين محلول من سيليكات البوتاسيوم في الماء
مع المكا البيضاء . ويساعد على بلورة الأورثوكليز وجود حامض التونجستيك
أو الفوسفات القلوية ، ويتحلل الأورثوكليز الصناعى عند تسخينه إلى درجة

حرارة ١١٧٠°م إلى معدن اللوسيت بـ ٢٠٠°م ، لو ٢٠٠°م ، ٢٠٠°م (٢٠٠°م) مع خروج سيليكات زجاجية . واللوسيت ذو مظهر مدجن .

بديل الأورثوكليز : تستخدم خلطة صناعية بدلا من الأورثوكليز تتكون من ٨٥ — ٩٥ ٪ من مسحوق الرمل الأبيض أو مسحوق الزلط المكس مع ١٠ — ١٥ ٪ من كربونات البوتاسيوم ، ويجهز الخليط بتسخينة حتى درجة الاحمرار ، ثم يطحن ناعماً ويستعمل وحده أو مع مسحوق الفلسبار كمساعد صهر وخاصة في عجائن التزجيج :

الأولاديا : ويسمى المعدن أيضاً حجر القمر ، ويتكون من سيليكات الألومنيوم والبوتاسيوم النقية . ويبلغ ثقل المعدن النوعي ٢٥٦٥ ر ، وهو شفاف يعكس أشعة أولوية ذات تلاعب لوني رقيق ، وبريق المعدن أوبالي .

الميكروكلين : ويتكون من بـ ٢٠٠°م ، لو ٢٠٠°م ، ٢٠٠°م ، مثل الأورثوكليز ولكنه يتبع في بلوراته النظام الثلاثي الميل ومعامل انكسار المعدن ١٥١٨ — ١٥٢٢ ر ومن أنواع الميكروكلين ما يستخدم كجواهر ويسمى حجر الأمازون .

معادن الصودا أورثوكليز : وهي معادن الفلسبار المكونة من كل من البوتاسا والصودا مع سيليكات الألومنيوم ومن هذه المعادن الباريايت ويوجد على هيئة محلول بلوري مع الأورثوكليز والسانيدين الصوديومي وهو زجاجي البنية ، والريا كوليت وهو سانيدين فيزيا . والأيسر أورثوكليز أو الأيسوثوز . والصودا ميكروكلين ، واللوكوكليز وهو معدن ينصهر في

درجة حرارة ١٢٩٦° م . الهيالوفين وهو معدن يحتوى على الباريوم بجانب البوتاسيوم ، ويتركب من : (بوم يا) ١، لو ٢، ١، ٤، س ١، ٢ . والأنورثوكليز وترتفع فيه نسب الصودا عن البوتاسا ، ويبلغ ثقله النوعى ٢٥٧ر٢ — ٢٦٠ر٢ ، ومعامل انكساره ١٥١٩ر١ — ١٥٥٠ر١ — ١٥٢٧ر١ ويشبه الأورثوكليز معدن الميكروكلين فى باقى الخواص .

الأليت : وهو فلبارصوديومى يتركب من : ص ٢، ١، ٤، لو ٢، ١، ٢ س ٦، وذلك بنسبة ٦٨ر٧ ٪ سليكا و ١٩ر٥ ٪ ألومينا و ١١ر٨ ٪ صودا . والمعدن موجب الضوئية بخلاف باقى معادن الفلسبار ، ومعامل انكساره ١٥٢٥ر١ — ١٥٢٩ر١ — ١٥٣٦ر١ . وينصهر المعدن فى درجة حرارة ١١٠٠° م ويتحول إلى سائل زجاجى عند تسخينه إلى درجة حرارة ١٢٩٩° م ويلون المعدن لهب البورى بلون أصفر غزير لون بخار الصوديوم . ويقاوم الأليت فعل الأحماض .

البيرثيت : وهو مخطط من معدنى الأنورثوكليز والأليت . والمعدن فى لون لحم البشر .

معادن البلاجيوكايز : هى سلسلة من معادن تتدرج فى التركيب بين معدنى الأليت ومعدن الأنورث . وذلك فى سلسلة من عدة معادن ذات حدود متدرجة النسب من جزئيات كل من المعدنين السابقين ، وذلك بالنسب الوارد فى الجدول الآتى :

معدن البلاجيوكليز	نسبة جزيئات الأليت	نسبة جزيئات الأنورثيت
الأليت	٩٠ — ١٠٠	١٠ — ٠
الأوليغوكليز	٧٠ — ٩٠	٣٠ — ١٠
الأنديزين	٥٠ — ٧٠	٥٠ — ٣٠
اللابراروريت	٣٠ — ٥٠	٧٠ — ٥٠
البايتونيت	١٠ — ٣٠	٩٠ — ٧٠
الأنورثيت	٠ — ١٠	١٠٠ — ٩٠

وتتدرج خواص معدن البلاجيوكليز بين خواص المعدنين المكونين لها . فيزداد معامل الانكسار فيها بارتفاع نسبة الأنورثيت المكون لها . وترتفع درجة الانصهار ، ويكثر الثقل النوعي بزيادة نسبة الأنورثيت . أما للقاومية الكيميائية فتقل بارتفاع نسبة الأنورثيت في المعدن .

الأنورثيت : وهو فلسبار جيري يتركب من : كا ، لو ، ا ، ٢ ، س . ا ، وذلك بنسبة ٤٣ر٢ ٪ سيليكات و ٣٦ر٧ ٪ ألومينا و ٢٠ر١ ٪ جير والمعدن صعب الانصهار في لمب البورى . وينصهر في درجة حرارة ١٣٠٠ م° . متحولا إلى سائل زجاجي عديم اللون .

ويمكن الحصول على بلورات من الأنورثيت الصناعى من تبريد مصهور من مكوناته . وينصهر الأنورثيت الصناعى في درجة حرارة ١٥٥٠ م° . ويذوب

لا ينصهر المعدن في لمب البورى ، ويعطى كشف تينار . ويزوب ذوباناً كاملاً في حامض الأيدروكلور دريك المركز .

ويمكن الحصول على بلورات صناعية من معدن اللوسيت من تبريد مصهور مكوناته ، وتساعد فاناتات البوتاسيوم عند وجودها ، على تكوين بلورات كبيرة للمعدن . كذلك يمكن الحصول على بلورات من المعدن من مصهور يتكون من الميكروكلين والبيوتيت أو من مصهور الميكا البيضاء وحدها .

صخور الفلسبار (١)

هي صخور غنية بمعادن الفلسبار مع نسب صغيرة من معادن أخرى . وغالباً ما يخالطها عند جوانبها وخلال شقوقها رواسب كاولينية للامنة أحوال تكوينها إلى تحللها جزئياً إلى الكاولين . وصخور الفلسبار من أهم المصادر الطبيعية لمواد مساعدات الصهر في مكوفات الخزف . ومن أهم صخور الفلسبار :

البجائيت : وهي تكوين لصخر نارى حامض متداخل غنى بمعادن الفلسبار القلوية يخالطها معدن الكوارتز مع البعض القليل من أنواع الميكا ومعادن المواد المتطايرة . وقد يكون صخر البجائيت غملاً ببعض خامات القصدير والتونجستين والعناصر المشعة والفلازات الأرضية النادرة . وتتكون بنية البجائيت من بلورات خشنة مختلفة الأحجام .

وتوجد صخور البجائيت في الطبيعة على هيئة عروق وسدود متداخلة في

(١) تيريل : مبادئ البتولوجيا ، ١٦٢ ، ١٦٣ ، ١٩٣٨ .

صخور القشرة الأرضية تمتد من باطن الأرض إلى ما يقرب من سطح القشرة الأرضية. وتقل نسبة الفلسبار مع ازدياد في نسبة الكوارتز كلما اقترب الصخر من سطح الأرض وجوانبه .

وتوجد عروق البجائيت في مصر في مناطق متفرقة في الصحراء الشرقية وجبال البحر الأحمر الجرانيتية ، وفي منطقة الشلال بأسوان كما في جبال الشيخ هارون حيث يستغل في صناعة الخزف في البلاد ، كذلك يوجد الصخر في غرب شبه جزيرة سيناء وشرقها عند شرم الشيخ . ومعظم الفلسبار المصري من النوع البوتاسيومى .

الأبليت : وهو يشبه صخر البجائيت ، ويختلف عنه في دقة الحبيبات وتساويها فقط . وتوجد عروق الأبليت في وادى الحمامات عند طريق قنا - القصير وفي وادى أبو عتلى .

الجرانيت المتحلل : وهو غنى بالفلسبار مع كميات لا بأس بها من الكاولين ، وينتج الصخر عن تحلل جزئى لصخور الجرانيت .

ويستعمل كصخر فلسبارى كمساعد صهر للطين في المشغولات الخزفية . كما يستخلص الكاولين من الأنواع الغنية به .

ويوجد الجرانيت المتحلل بكثرة في الصحارى المصرية حيث يكسو سلاسل الجبال الجرانيتية على شكل طبقات غير منتظمة من هشيم الصخر المتحلل يتراوح سمكها بين بضعة سنتيمترات إلى عشرات منها ، وقد تصل في بعض المناطق إلى سمك المتر أو أكثر . وذلك كما في جبل دوة بواحة العوينات .

حجر الكورنيش : أو حجر كورنول يوجد في مقاطعة « كورنول »
بإنجلترا نتيجة لتحلل جوفي غير كامل لمعدن الفلسبار في صخر الجرانيت الذي
ما زال يكسو جزءاً من قمة هذه الرواسب ، ويتركب حجر الكورنيش من
(١٨١ ر - ١ كا ، ٢٠٣ ، ص ٢ ، ٢١٢ ، ١٢) ، لو ٢ ا ٣ ، ٩٤ ر ٢ ا ٢ .
ويحتوى الحجر على ما يقرب من ٤٦ ٪ منه كاولينا مع سيليكات قلوية وفلسبار
وميكا وسيليكات منفردة . ويعتبر الحجر من أهم مساعدات الصهر المستعملة في
جميع أنحاء العالم منذ أجيال عدة . كذلك يعتبر الصخر مصدراً هاماً لاستخلاص
الطين الصيني أو الكاولين الإنجليزي .

الحجر الياباني : وهو من الصخور الجرانيتية المتحللة . ويستعمله اليابانيون
بجانب إستعماله كمساعد صهر ، في صناعة بعض أنواع الخزف الرمادي الرخيص .
إسبار أكسفورد : وهو أحد نواتج التحلل الجزئي لمعدن الفلسبار .
ويتركب من :

(٢٥ ر - ١ كا ، ٢٣٢ ر - ٢ ص ٢ ، ٤٦٨ ر - ٢ ب ١) ، لو ٢ ا ٣ ، ٨٤ ر ٥ س ١
ويحتوى الصخر على ما يقرب من ٥ ٪ كاولينا .

أسبار بكنينجام : وهو صخر ناتج عن التحلل الجزئي لمعدن الأورثوكليز .
ويتركب من :

٨٥٥ ر - ٢ ب ١ ، لو ٢ ا ٣ ، ٧٤ ر ٥ س ١ ، ويبلغ ما به من كاولين نحو ٦ ٪

أسبار جوودفراي : وهو ناتج عن التحلل الجزئي لمعدن الأورثوكليز
ويتركب من :

(٥٤ و . ص ١٢ ، ٣٠ و . بو ١٢) ، لو ٢١ ، ٥٧٥ س ٢١ . ولا تزيد فيه نسبة السكاولين على ٦٪ .

حجر الخفاف^(١) : وهو ناتج من تجمد رغاوى الطفوح البركانية الحامضة ، وهو يشبه الجرانيت في تركيبه مع زيادة في نسبة الفلسبار . والخفاف حجر ذو مسام أنبوبية كبيرة ، خفيف في ثقله النوعي . لونه أبيض وأغلبه رمادى . ويستخدم مسحوق الخفاف في أعمال الجليخ ، كما يستخدم في صناعة أسمنت بوتشيلان بعد تسخينه مع الحجر الجيري . كذلك يمكن إستعماله كمساعد صهر مثل الفلسبار . ويطرح البحر الأبيض المتوسط قطعاً من الحجر على شواطئه في مناطق العريش وغزة .

معادن السيليكا^(٢)

السيليكا أو ثاني أكسيد السيليكون : س ٢١ من أكثر المواد انتشاراً في الطبيعة ، وهي توجد على هيئة بلورات أو ذات تبلور جزئي أو غير متبلورة ، وتعمل السيليكا في الصناعات الخزفية بعد تنقيتها من شوائبها الضارة وتجهيزها بالطحن وغيره من العمليات . وتعمل السيليكا في الخلطات الخزفية كمساعد صهر ومادة رابطة . ومن الضروري وجود أحد أنواع السيليكا في المشغولات الطينية التجارية بنسب خاصة لتعمل كمادة خشنة تقوم بتكوين هيكل الجسم ، وتمنع من حدوث التشقق والانكماش في المشغول .

والسيليكا هي مادة الزجاج والتزجيج الأساسية .

(١) تيريل : مبادئ البترولوجيا ، ٣٤ ، ١٩٣٨ .

(٢) دانا : علم المعادن ، ٢٧٠ — ٤٧٧ ، ١٩٣٢ .

معادن السيليكا المتبلورة :

وهي السيليكا الطبيعية الموجودة على شكل بلورات ، وتتبع بلورات السيليكا نظام السداسي الميل . وأهم معادن السيليكا المتبلورة هي :

الكوارتز :

ويسميه العرب المرو . ويتركب المعدن النقي من ٤٦٫٧٪ سيليكون مع ٥٣٫٣٪ أكسجيناً ويخالط المعدن وخاصة في أنواعه المتكتلة سيليكا الأوبال غير المتبلورة ، كما تحتوي الأنواع غير النقية من الكوارتز على أكاسيد الحديد و كربونات الكالسيوم والطين والرمل أو معادن أخرى مختلفة متداخلة في بلورات المعدن .

الخواص الطبيعية :

بلورات المعدن ذات شكل منشوري وذات أوجه مخططة أو مشوهة . وصلادة الكوارتز ٧ ، ويتدرج المعدن من هش إلى متماسك . ويبلغ ثقل المعدن النوعي ٢٫٦٥٣ إلى ٢٫٦٦٠ ، وله بريق زجاجي أو دهني ، كما قد يكون معتماً عديم البريق . والمعدن النقي عديم اللون ، إلا أن ما قد يوجد به من شوائب يكسبه درجات لونية من الأصفر والأحمر والبني أو الأخضر والأزرق ، كما قد يتلون المعدن باللون الأسود . ولون مخدش المعدن النقي أبيض ، أما لون مخدش الأنواع غير النقية فذات لون باهت كلون المعدن . وتتراوح شفافية الكوارتز من الشفافية الكاملة إلى العائمة : ولبعض أنواع الكوارتز رائحة البيض الفاسد . وللـكوارتز خواص ضوئية موجبة ، ويبلغ معامل انكساره ١٫٥٤٤١٨ — ١٫٥٥٣٢٨ ، وللمعدن خواص كهربائية حرارية .

الخواص الحرارية :

لا ينصهر الكوارتز في لمب البورى ، وينصهر في لمب الشعلة الاكسى
أيدروجينية . ويبدأ الكوارتز في الانصهار في درجة حرارة 1600°C . ويتم
انصهاره في درجة حرارة 1685°C م متحولاً إلى سائل زجاجى . ويتطاير
الكوارتز في درجات حرارة القوس الكهربائى . والكوارتز مادة حرارية
بالنسبة لغيرها من المواد التى هى أقل منها في درجات حرارة انصهارها، وذلك كما
فى حالة خلطات الزجاج ومواد التزجيج . ويعمل الكوارتز كمساعد صهر للمواد
التى هى أعلى منها في درجات حرارة الانصهار وذلك باستعماله مع الطين كمساعد صهر،
فينخفض الكوارتز من درجة انصهار مخلوطة مع الطين كلما زادت نسبته فى
المخلوط حتى تصل نسبته ٨٠٪ من وزن المخلوط حيث ينصهر فى درجة حرارة
 1610°C ، وهى أقل درجات حرارة انصهار المخلوط من الكوارتز والطين،
ثم تنود درجة انصهار المخلوط فى الارتفاع إذا زادت نسبة الكوارتز على
٨٠٪ من وزن المخلوط .

ويمتاز الكوارتز عن غيره من المواد بصغر معامل تمدده الحرارى إذ يبلغ
 5×10^{-6} من السنتيمتر ، بينما يبلغ معامل تمدد الزجاج مثلاً 8×10^{-5}
من السنتيمتر ، لذلك فمن الممكن إطفاء قطعة من الكوارتز المسخنة إلى
درجة الاحمرار الزاهى فى الماء دون أن تكسر بعكس باقى المواد الزجاجية
والخزفية . ويزداد معامل التمدد الحرارى إلى نحو خمسة عشر ضعفاً فى حالة
المسحوق أو الكتل غير متجانسة التوزيع ، وبوضح ذلك سبب حدوث
الانكماش فى أثناء عمليات تسوية الأجسام المحتوية على نسبة عالية من الكوارتز

غير متجانس الخلط. وكقاعدة عامة يقل معامل تمدد الأجسام الخزاجية والخزفية بزيادة نسبة الكوارتز أو السيليكا المكونة لمادة الجسم.

الخواص الكيميائية :

لا يتأثر الكوارتز بالأحماض ، ولكنه يذوب ببطء في القلويات متحولاً إلى سيليكاتها . ويذيب كل من حامض الأيدروفلورديك وحامض الفلوريك الكوارتز محولاً له إلى رابع فلوريد السيليكون المتطاير ، كذلك يؤثر حامض الأورثوفوسفوريك والفوسفات في الكوارتز والسيليكا في درجات حرارة أعلى من ١٠٠° م . كما تؤثر الأكاسيد والأملاح القلوية في المعدن ، والليثيا أشد تلك المواد تأثيراً فيه ، أما الأمونيا فهي أقلها تأثيراً ، وتؤثر أيضاً الهالوجينات في المعدن والسيليكا.

تكوينات الكوارتز :

يوجد الكوارتز على هيئة تكوينات متراكمة ذات بلورات تتراوح بين الخشنة والدقيقة أو ذات تبلور جزئي أو في حالة تشبه السيليكا غير المتبلورة ، وقد يوجد الكوارتز على شكل ندي أو في شكل أعمد الاستلاكتيت السارية أو على هيئة كتل متماسكة في عروق متداخلة بين الصخور الأخرى ، وتكون تلك العروق حاملة لخامات بعض الفلزات عادة. كما يوجد المعدن على هيئة هشيم في الرمال ، كما يحتوي صخر الجرانيت على بلورات من الكوارتز. وتوجد بلورات الكوارتز الشفافة عديمة اللون في جبل أبو ديبا بالصحراء الشرقية . وتوجد عروق المرو منتشرة في الصحراء الشرقية، ومنها ما هو محمل بخامات الذهب والقصدير والتونجستين والموليبدن ،

ومن المحتمل وجود الخامات المشعة وخامات الفلرات الأرضية النادرة في تلك العروق .

الكوارتز الصناعي :

أمكن تحضير بلورات من الكوارتز من تبريد مصهور السيليكات في وجود كلوريد البوتاسيوم أو كلوريد الليثيوم أو حامض الفاناريك أو تونجستات الصوديوم كموامل مساعدة على تنشيط بلورة المعدن تحت درجة حرارة ٧٦٠°م .

استعمال الكوارتز :

يستعمل الكوارتز النقي الشفاف عديم اللون في عمل البصريات الجيدة . والكوارتز من المواد الهامة في مكونات الزجاج وتزجيجات الخزف . كذلك يصنع من الكوارتز بعد صهره مشغولات تقاوم التغيرات الحرارية مثل الأفران وأوعية المعامل الكيميائية . وأهم فوائد استعمال الكوارتز في المجائن الطينية هي تخفيفه للشغل وخفض معامل انكماشه ، وقليل منه يعمل تشكيل المجينة بطريقة القالب ، كما يعمل عملية تخفيف المشغولات الطينية ، كذلك يعمل وجود الكوارتز في الأجسام الطينية من تفاعلات مراحل التزجيج في أثناء التسوية ، لذلك يضاف الكوارتز على هيئة شديدة النعومة لتحقيق هذا الغرض :

التأصل البلوري لمعادن السيليكات :

توجد السيليكات المتبلورة على عدة أشكال بلورية مختلفة ، تتفاوت في

معاملات التمدد الحرارى وفي بعض الخواص الطبيعية الأخرى مع ثبات التركيب الكيميائى فى جميعها . وتتحول كل صورة من هذه الصور البلورية إلى الصور الأخرى فى درجات حرارة معينة تسمى درجات حرارة التحول أو درجات حرارة الانتقال . وتسمى هذه الحالة من تعدد صور بلورات مادة ذات تركيب كيميائى واحد مع إمكان تحويل صور المادة البلورية المختلفة بعضها إلى البعض بظاهر التأصل البلورى . ويرجع سبب اختلاف صور البلورات للمادة الواحدة إلى اختلاف التوزيع الجزيئى فى كل صورة بلورية عن الأخرى .

وتشمل الصور التأصلية البلورية للسيليكا المعادن الآتية :

الكوارتز الألفى :

وهو الصورة الثابتة لبلورات السيليكا تحت درجة 573°م وبلوراته ضخمة توجد فى عروق البجماتيت .

الكوارتز البائى :

وهو الصورة الثابتة لبلورات السيليكا بين درجتى حرارة $573-870^{\circ}\text{م}$ وبلوراته دقيقة تكون معظم الجرانيت الدقيق الحبات والجرانيت البجماتيتى والأبلت والبورفيريت .

التريديميت :

وهو الصورة الثابتة لبلورات السيليكا بين درجتى حرارة $870-1470^{\circ}\text{م}$ والمعدن ذو بلورات هشة ، تبلغ صلابتها ٧ ، وثقلها النوعى $2.28-2.33$ ذات بريق بين الزجاجى واللؤلؤى عديم اللون أو أبيض شفاف . ويشبه

التريديميت الكوارتز في الخواص الحرارية فقط ، ويختلف عنه في معامل التمدد الحرارى إذ يرتفع في معدن التريديميت :

كذلك يشبه المعدن الكوارتز في الخواص الكيميائية فقط ، ويذوب التريديميت في محلول كربونات الصوديوم عند درجة الغليان، والتريديميت معامل انكسار مقداره $1.469 - 1.473$ وله خواص ضوئية موجبة . والمعدن صورتان تأصليتان هما التريديميت الألفى والتريديميت البأى .

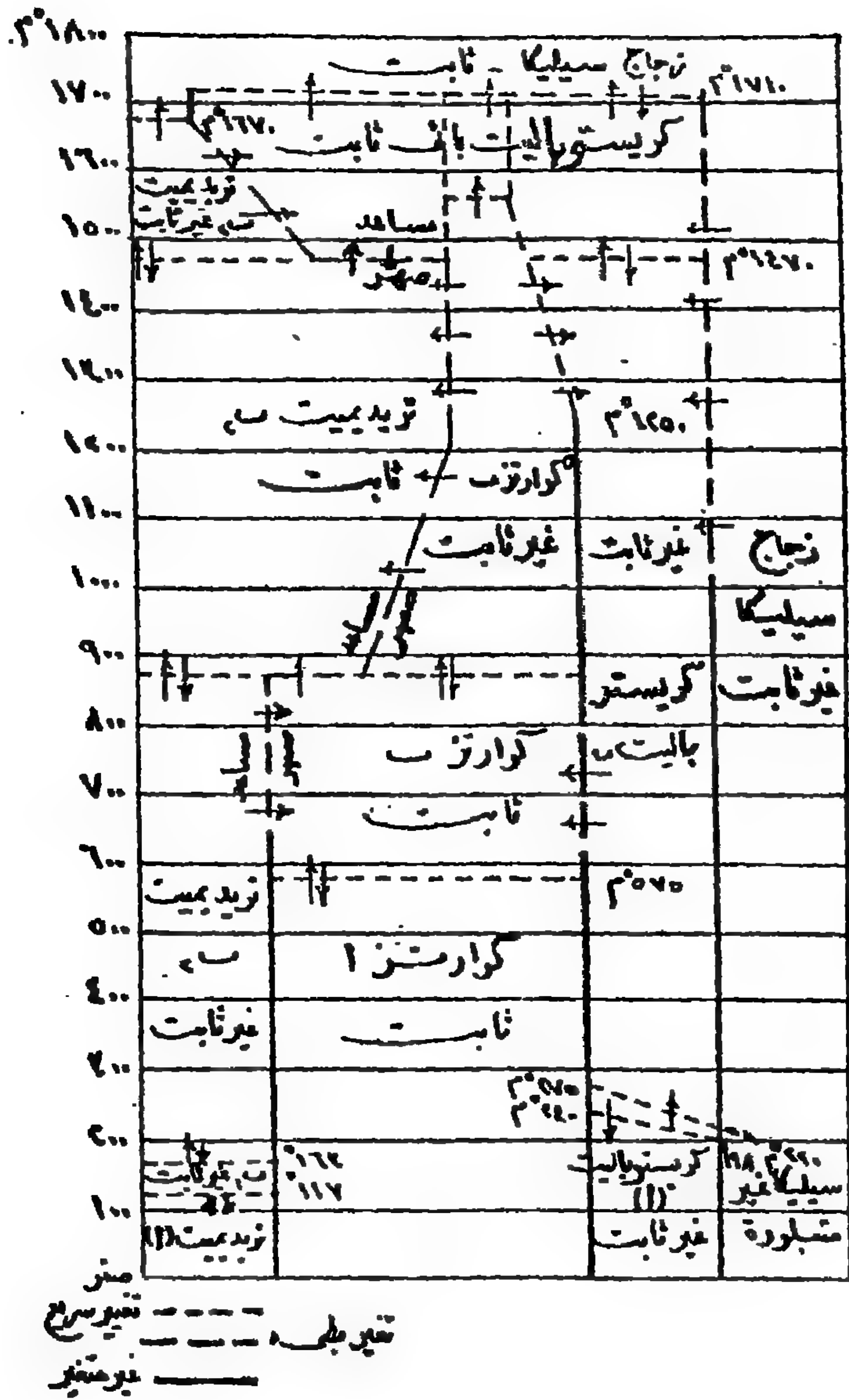
الكريستوباليت :

وهو الصورة الثابتة لبلورات السيليكات فوق درجة حرارة 1470°C ويبلغ ثقل المعدن النوعى 2.27 ، ومعامل انكساره 1.486 . وللكريستوباليت صورتان تأصليتان هما الكريستوباليت الألفى والكريستوباليت البأى .

ويبين الشكل رقم (١)^(١) درجات حرارة تحول الكريستوباليت في حالاتها غير المستقرة وعلاقتها بدرجات حرارة ثبات وتحول صور السيليكات البلورية الأخرى .

ومن الملاحظ وجود جميع صور السيليكات المتبلورة مجتمعة في درجة الحرارة العادية في كثير من الحالات ، وذلك على الرغم من وجود صورة واحدة منها ثابتة فقط في تلك الدرجات . ويرجع السبب في ذلك إلى بطء عملية التحول من صورة بلورية إلى أخرى ، وذلك لبطء حركة الجزيئات بطئاً كبيراً داخل

(١) ماك دويل « مراجع عنه » : تطورات معهد هندسة المناجم الأمريكى ، ٣٠٠٣ ،



(شكل رقم ١)

التأصل البلوري بين معادن السيلكا

البنية المتبلورة . عند إعادة توزيع هذه الجزيئات في الصورة البلورية الجديدة .

ويمكن ببطء حركة الجزيئات هذه من الاحتفاظ بوجود أكثر من صورة من الصور البلورية في درجات الحرارة العادية مع استمرارها مدداً طويلة جداً على حالاتها غير المستقرة ، هذا مع احتمال تحويل الحالات غير الثابتة إلى الصورة الثابتة في أية لحظة .

أنواع الكوارتز :

عندما يختلط الكوارتز ببعض الشوائب أو المعادن الأخرى ولو بكميات صغيرة يكتسب ألواناً جديدة تسمى بأسماء مختلفة . ومن أهم أنواع الكوارتز هي:

الجمشت :

وهو كوارتز ذو لون بنفسجي أو قرنفلي لوجود المنجنيز الغروي به . ويستعمل المعدن مجوهرراً . ويوجد الجمشت في مصر قرب جبل أبو ديابين مناجم وادف وأم الحويطات بالصحراء الشرقية .

الكوارتز الوردى :

وهو كوارتز ذو لون قرنفلي ياهت جميل ، يرجع لونه إلى وجود التيتان به . ويهت لون المعدن في الضوء ولكنه يعود إلى بهائه عند غسله بالماء . ولا يوجد منه في مصر ، وإنما يوجد في فرنسا واليابان حيث يستغل كمجوهر .

الكوارتز المدخن :

ويستخدم مجوهرراً . ويحتوى على شوائب عضوية تسبب له ألواناً صفراء وبنية مدخنة ، وقد تكون سوداء .

الكوارتز اللبني :

وهو في لون اللبن ، وذلك لوجود فقائيع غازية غروية منتشرة في المعدن .
وهو كثير الانتشار في الصحراء الشرقية على هيئة عروق بعضها يحمل بالخامات
الفلزية ، ويستخدم مسحوق الكوارتز اللبني بكثرة في الصناعات الزجاجية
والخزفية .

عين الهر :

أو عين القط ، وهو كوارتز ذو بنية ليفية ، يستخدم كمجوهر .

عين النمر :

ويشبه عين الهر إلا أنه أفتح منه لونا لوجود أملاح فضية منتشرة داخله .

ومن أنواع الكوارتز ما يشبه في لونه بعض المجوهرات مثل التوباز
الكاذب وهو بلون الكريم ، ويختلف عن مجوهر التوباز في أن صلادته ٧ في
حين أن صلادة المجوهر الأصل ٨ . وكذلك الزفير أو السفير الكاذب وهو
ذو لون أزرق يشبه مجوهر الزفير لكنه يختلف عنه في الصلادة التي تبلغ في
المجوهر الأصلي ٩ . والكوارتز النجسي وهو كوارتز متشعب البنية .

معادن السيليكات التيلور الجزئي :

توجد السيليكات في بعض أنواعها الطبيعية على هيئة غير متكاملة البلورات ، وهي
في حقيقة أمرها سيليكات رسبت من محاليل هلامية . وتقل كثافة هذه المعادن عن
كثافة الكوارتز إذ تبلغ ٢٦٠٠ . كذلك يرتفع معامل تمدد هذه المعادن الحراري

عن معامل تمدد الكوارتز ، كما يختلفان في معامل الانكسار ، وتنخفض الصلادة .
ومن أهم معادن السيليكات ذات التبلور الجزئي :

العقيق الأبيض :

ويسمى أيضاً عقيق اثياه العذبة ، إذ أنه ترسب فيها . والمعدن ذو لون رمادي فاتح أو أصفر باهت أو أبيض سماوي وقد تشوبه مسحة بنية ، له بريق شمعي شفاف أو ذو شفافية جزئية . يحتوي على شوائب من الأوبال . ثقله النوعي ٢٢٦ — ٢٢٦٤ . له خواص ضوئية سالبة . ويستعمل العقيق الأبيض كنصف مجوهر . ويوجد منه في الصحراء الشرقية قرب القصير .

العقيق البني :

وهو معدن سيليسي في طبقات ملونة بالألوان الحمراء والصفراء والزرقة والبنفسجية . ويوجد على هيئة جلاميد في شبه جزيرة العرب والهند وسكسونيا وباكافيا ، ومنه ما يوجد في مصر بوادي أبو جريدة . والمعدن نصف مجوهر ، وتصنع منه بعض أدوات وأوعية التحليل الكيميائي .

العقيق الأحمر :

أو معدن الكارنيليان ، وهو نصف مجوهر .

معادن السيليكات غير المتبلورة :

وهي معادن سيليسية ذات بنية حجرية غير متبلورة وغير شفافة ، ذات ثقل نوعي يزيد على ثقل الكوارتز النوعي ، معتمة ضوئياً . ومن أهم هذه المعادن :

اليشب :

وهو سيليكات مختلطة بمواد طينية وحديدية ذات ألوان خضراء أو حمراء معتمة . واليشب المصرى ذو روتق مجزع جميل ، يستخدم كنصف مجوهر ، ويكثر وجود المعدن فى الصحراء بين رواسب الجلاميد والحصى من العصر الأوليجوسينى ، وأهم مناطقه وادى أبو جريدة . ويجب عدم الخلط بين معدن اليشب هذا واليشب الصينى ، أو كما يسميه الناطميون البازهر هو مادة من الطين المسوى .

الزلط :

وهو معدن مكون من سيليكات غروية مختلطة بمواد طينية . ويوجد على شكل جلاميد ، ذو مكسر محارى حاد قاطع ، كان يستخدم فى المصور الحجرية للقطع والأسلحة . ويولد الظالط عند طريقه شرراً كان يستخدم فى إشعال النيران ، ويستخدم الزلط فى أعمال الرصف وفى عمل خرسانة البناء . ويكس الزلط للتخلص مما به من ماء ويطحن ليستعمل كمادة سيليسية فى مكونات الزجاج الخزف . ومن أنواع الزلط الشيرت والحجر القرنى .

الأوبال :

أو الحجر اللبنى أو عين الشمس . ويتركب من سيليكات مائية : $SiO_2 \cdot nH_2O$ ، حيث (ن) عدد جزيئات الماء . ويوجد الأوبال على عدة ألوان مختلفة أهمها الأبيض والأصفر الباهت . ويعطى المعدن ألواناً مختلفة حسب اتجاه الضوء الواقع عليه . وبريقه أقل من البريق الزجاجى ، ويبلغ ثقله النوعى

٢٢ يستخدم النوع المشع للضوء في صناعة المجوهرات . ومن أنواع
المعدن أوبال الخشب، وهو ذوبنية خلوية كبنية الخشب - حلت السيليكا المائية محل
الخشب بمضى الزمن . والأوبال ذو مكسر محارى ، تبلغ ، صلابته ٥ر٥ -
٦ر٥ ، ومعامل انكساره ١ر٤٣

ومن أنواع الأوبال معدن الهيدوفين وهو نوع تزداد شفافيته عند غمره
في الماء .

الصخور الرملية^(١)

وهي تكوينات غير متجانسة من السيليكا . وأهم الصخور الرملية هي :

الرمال :

يطلق الاسم على كل صخر متفكك غير متماسك يتراوح قطر حباته بين
٢ر٥ ملليمتر إلى ٠ر١ من الملليمتر . وتقسم الرمال حسب أبعادها إلى ثلاثة
أنواع هي :

١ - الرمال الخشنة : وهي ما تراوح قطر حباتها بين ٢ر٥ ملليمتر إلى
٧ر٥ من الملليمتر .

٢ - الرمال المتوسطة : وهي ما تراوح قطر حباتها بين ٧ر٥ إلى
١٠ر٠ من الملليمتر .

(١) نيريل : مبادئ البترولوجيا ، ١٩٠ - ٢٠٢ ، ٢٠٨ - ٢١٠ ، ١٩٣٨ .

٣ — الرمال الناعمة أو الرفيعة أو الدقيقة وهي ما تراوح قطر حباتها بين

١٠ ر. — ١٠ ر. من المليمتر .

ويتكون الرمل إما في مياه ضحلة قليلة العمق قرب الشواطئ وإما في بطون الأنهار وإما على سطح الأرض في الصحارى . ومن الرمال ما ترسب عند نهاية التلجبات . وتختلف الرمال في شكل حباتها ، ويرجع هذا الاختلاف إلى أصل تكوين الرمال . فالرمال المتكونة في مجارى الأنهار أو على شواطئ البحار تكون حادة الحواف غير مستديرتها وذلك لاحتكاك بعضها ببعض في اتجاه واحد في طريق حركتها ، أما الرمال المترابكة من جراء فعل الرياح في الصحارى مثلاً فتكون مستديرة الحبات .

وتختلف الرمال من حيث تكوينها ، وتتكون أغلب الرمال من حبات الكوارتز مختلطة بحبات معادن أخرى كالفلسبار والهورنبلند والأوجيت وقشور الميكا ، نتيجة تفتت الصخور الجرانيتية دون أن تتحلل المعادن المذكورة ، وهناك من الرمال ما يتكون من فتات الأحجار الجيرية والمحارات البحرية الصغيرة ، ومن أمثلة هذه الرمال رمال الكشبان الممتدة على شاطئ البحر الأبيض المتوسط غرب الإسكندرية والتي ترى في الدخيلة قرب المكس وفي مرسى مطروح .

ويختلف لون الرمال كثيراً على حسب المادة المكونة لها . وقد تكتسب الرمال ألواناً حمراء أو صفراء لوجود أكاسيد الحديد على هيئة أغشية رقيقة حول الحبات ، وذلك كما في الرمال الحمراء والصفراء المستخرجة من محاجر الجبل الأحمر بالعباسية .

وتوجد الرمال موزعة على مساحات كبيرة جداً في جميع الصحارى المصرية ، وقد تكون على هيئة كثبان كما في صحراء الجبل الأصفر أو على شكل هلالى يسمى « برخان » ومن هذه الكثبان ما يوجد قرب الشواطئ المصرية .

والرمال الاقتصادية هي الرمال البيضاء النقية أو ذات الألوان الجذابة . ومن مناطق الرمال النقية جبل أبو دربة على الشاطئ الشرقى لخليج السويس ورأس أبو درج على الشاطئ الغربى للخليج ، كما توجد في المعادن عند بير النجم . ورمل هذه المناطق من النوع الأبيض تبلغ نسبة السيليكا فيها ٦٧٪ وتحتوى على ٦٧٪ ألومينا و ٠٥٪ أكسيد حديد و ١١٪ مواد عضوية مع ٢٪ رطوبة . وتوجد أتنى أنواع الرمال الطبيعية في ألمانيا قرب « اكس لاشابل » ، وفي « نيفلشتين » كما توجد في « فونتين بلو » في فرنسا ، كذلك توجد رمال نقية في إنجلترا وبلجيكا وأستراليا . وتوجد طبقات سمكة هائلة من الرمال البيضاء النقية في ولاية « بنسلفانيا » وفي « بيركشير » بالولايات المتحدة الأمريكية ، وتبلغ نسبة السيليكا في رمال بنسلفانيا نحواً من ٩٨ و ٩٩٪ وهى ذات لون أبيض طرية . وتستعمل الرمال البيضاء النقية في صناعة الزجاج وفي خلطات التزجيج وفي مكونات العجائن الطينية لمشغولات الخزف الرافى . وتفضل الرمال الحرسة ذات الأطراف الحادة في إنتاج المشغولات الخزفية إذ تنتج بنية متينة مندبجة الأجزاء . وتضاف الرمال في عجائن العاين لخفض لزوجيتها في صناعة طوب البناء ومنتجات الفخار الأحمر ، وبفضل استعمال الرمال المحتوية على رقائق الميكا عن المحتوية على حبات الفلسبار في إنتاج المشغولات ذات درجات حرارة التسوية المنخفضة ، إذ تنصهر رقائق

النكا أسرع من انصهار خبثات الفلسبار المستديرة . ويستعمل الرمل العادى فى عمل أنواع الملاط، ويفضل منه ما كان متوسط الحبات غير مستديرها .
والخالى من الأتربة والمواد الحديدية، ومن أفضل محاجر رمال البناء رمال الجبل الأحمر والبساتين وما يوجد فى الجزائر التى تظهر فى النيل عقب الفيضانات .

الحصى والجلاميد :

الحصوة كتلة من صخر يتراوح قطرها بين عشرة سنتيمترات و ٢٥ رملليمتر . ويطلق اسم الحصباء على الأنواع الكبيرة من الحصى . أما الجلود فهو كل ما زاد فى قطره على عشرة سنتيمترات ولا يتجاوز الخمسين سنتيمترا . وتتركب مواد الحصى والجلاميد من السيليكات عادة، إلا أن التركيب الكيميائى ليس أساساً فى التسمية كالأحجام .

ويوجد الحصى والجلاميد إما على سفوح الجبال وإما عند أقدامها، وفى بطون الأنهار والوديان كما يوجد على امتداد بعض الشواطئ، وما يوجد من حصى وجلاميد عند سفوح الجبال يكون حاد الطرف، أما ما يوجد منها فى بطون الوديان فهو مستدير أملس، وقد وجد من الأنواع الأخيرة تحت التربة الزراعية وفى وادى النيل على عمق نحو عشرين متراً . وينتشر الحصى فوق مساحات شاسعة على حافة الصحارى وفى طريق القاهرة والسويس فى تكوين العصر البليوسينى . كذلك يوجد الجلاميد فى نفس المناطق وقرب شاطئ البحر الأبيض المتوسط غرب الإسكندرية وفى صحراء مصر الجديدة فى تكوين العصر الأوليجوسينى . وأجود محاجر الحصى والجلاميد هى محاجر الجبل الأحمر بالعباسية . ويستعمل الحصى والجلاميد فى أعمال البناء وفى تجهيز الخرسانات .

ويستعمل النقي منه في صناعة الزجاج و خلطات التزجيج وعجائن الطين، وذلك بعد سحقه ، بأن يسخن إلى درجة الاحمرار ثم طفيه في الماء ليتفتت ثم يجرش يطحن .

الحجر الرملى :

صخر رسوبى متكون من حبات من الكوارتز ممسك بعضها بعضاً بمواد أَسْمَنْتِيَّة مختلفة . وتكون المواد الأَسْمَنْتِيَّة جيرية في الحجر الرملى الجيرى مثل الجانيسيت الذى يستخدم كثيراً في صناعة الحراريات ، وقد تكون مادة التماسك سيليسية أو حديدية . وتختلف صلادة الأحجار الرملية بعضها عن البعض وذلك باختلاف نوع المادة الأَسْمَنْتِيَّة ومقدارها . كما تختلف مسامية تلك الأحجار تبعاً لحجم حباتها ، فيكبر حجم المسام بـكبر حجم الحبات : وتفضل الأحجار الرملية الطرية الخالية من الحديد في صناعة الزجاج ومواد التزجيج والعجائن الطينية . ومن أهم أنواع الأحجار الرملية المعروفة في مصر :

الحجر الرملى النوبى :

وهو طبقات من الحجر الرملى تغطى مساحات كبيرة في جنوب مصر وبلاد النوبة وفي كل من الصحراء الشرقية والغربية ، كما توجد منه تكوينات في أواسط شبه جزيرة سيناء وبنى قداماء المصريين من هذه الأحجار بعض معابدهم في أسوان وجنوبها ، كما نحتوا فيه بعض هياكلهم كالهياكل الموجودة في السلسلة وأبى سنبل .

حجر الخرسانة :

وهو حجر رملي شديد الصلادة يتكون من حبات رملية متماسكة بمواد سيليسية حديدية . والحجر صالح في أعمال رصف الطرق وأساسات المباني في الجهات الرطبة . ويوجد الحجر في الجبل الأحمر بالعباسية .

الكوارتزيت :

وهو صخر متحول يتكون من مادة سيليسية متماسكة تجمدت من مصهور على هيئة بلورات من الكوارتز ، والصخر عديم التشقق له بريق زجاجي .

ولا يلين الصخر في لهب البورى ولكنه ينصهر ببطء عند خلطه بالبورا كس مكوناً مصهوراً زجاجياً رائعاً . كذلك ينصهر عند خلطه بالصودا محدثاً فوراناً . ولا تتأثر مادة الصخر بمركبات الفوسفور وهو لا يذوب في حامض الأيدروكلوريك ، وهو قليل التأثير وبطيئة بالتحايل القلوية . ويزوب الصخر فقط في حامض الأيدروفلوريك . ويزيد فعل المواد السابقة في الأنواع غير المتبلورة أو المبتدئة التبلور من الصخر . ويتحول مصهور الصخر إلى سيليكاً الأوبال عند التبريد . ويبلغ ثقل الصخر النوعى ٢٢٢ .

وتستعمل الأنواع الطرية من الكوارتزيت في صناعة الزجاج بعد تفتيتها بالتسخين والطنى في الماء ثم تنعيمها إلى مسحوق . كذلك يستعمل المسحوق في خامطات التزجيج ومجائن الطين كمادة سيليسية .

الجايسريت :

وهو سيليكات هلامية شديدة التماسك توجد في شكل زهور القنبيط حول النافورات الطبيعية الحارة في أيسلندا ونيوزيلندا والولايات المتحدة الأمريكية . والجايسريت سيليكات هلامية ترسبت من محاليلها في المياه الساخنة فوق درجة حرارة ١٠٠°م . داخل القشرة الأرضية ، والتي عند ارتفاعها إلى سطح الأرض ترسبت منها السيليكات الهلامية ، ثم تحولت بعد ذلك إلى صخر أبيض مسامي صلد .

الطينة الديانومية ^(١) :

وتسمى أيضاً الكيساجور وهو صخر سيليسي من أصل عضوي تكون نتيجة ترسيب هياكل طحلب الدياتوم السيليسية ، والنبات ميكروسكوبي . والكيساجور صخر مسامي غروي يذوب في الأحماض والقلويات على السواء . ويتكون الصخر من دقائق السيليكات غير المتبلورة مع شوائب من الألومينا بنسبة ١ - ٤٪ وأكاسيد حديد بنسبة ٥ - ٠.٤٪ وأكاسيد الفوسفور بنسبة صفر - ٢.٠٪ وتيتانيا بنسبة ٠.٨ - ٢٨.٠٪ وجير بنسبة ٠.٣ - ٥.٠٪ ومواد كبريتية بنسبة ٠.٣ - ٣.٠٪ وذلك في غالب الأنواع . وتتراوح نسبة السيليكات بالكيساجور ما بين ٧٠ - ٩٠٪ ، وذلك مع نسب متفاوتة من ماء متحد بالسيليكات . والكيساجور مادة سهلة الانصهار ذات مسام تمتص نحو ثلاثة أمثالها حجماً من السوائل . وللكيساجور استعمالات

(١) صخور الكيساجور . أندرسون ، ماك. كارتني ، دول وهوفر . مجلة الكيمياء الصناعية والهندسية ١٦١٨ - ١٦٢٨ ، ٣٩ (١٢) ديسمبر ١٩٤٧ .

صناعية كثيرة ، فيستعمل مسحوقه في أغراض الصقل والتلميع ، وفي صناعة
الأسمنت والزجاج والعوازل الحرارية ، وكادة ممتصة .

ويوجد الكيسلجور في مصر في شمال بركة قارون وفي غرب الفردقة ،
والنوع الأول أتقى من الثاني .

الطرابلسي :

وهو طفل دياتومي دقيق الجسيمات يوجد في شمال أفريقيا . وللصخر ملمس
خشن ، أصله من الزجاج يחדشه عندما يحتك به . ويتركب الصخر من نحو ٩٩٪
سيليكاً هلامية غير متبلورة مع شوائب من الجير والألومينا وأكسيد الحديد
وماء ومواد متطايرة . وتفقد الصخور الماء عند تسخينها ولا تنصهر في لب البوري
لمكنها تغم ويحمر لونها عندما تحتوى على أكسيد الحديد . ويذوب الطرابلسي
في حامض الأيدروفلوردريلك بدرجة أسهل من ذوبان الكوارتز فيه ، كذلك
يذوب في المحاليل القلوية . وتعمل الصخور في أغراض الصقل والتلميع
والتنعيم .

الكريوليت^(١)

يتركب المعدن من فلوريد الألومنيوم والصوديوم . لو قل ٣ : ١ ص قل .
ويوجد في الطبيعة على عدة ألوان متفاوتة منها الأبيض والحمرة والأحمر
الطوبي والبنى ، كما يوجد منه الأسود اللون . ويوجد الكريوليت في جرينلاند،

(١) دانا : علم المعادن ، ٦٥ : ١٩٣٢

كما يحضر صناعياً لاستعماله مساعد صهر ، ويسبب المعدن عند وجوده في وسط زجاجي عتامة بيضاء له .

وبلورات المعدن من النظام المكعب ويتحول عند تسخينه إلى درجة حرارة 750°م . إلى صورة بلورية مكعبية أخرى والمعدن هش ، صلابته $2ر5$ ، ويبلغ ثقل النوع $2ر95 - 3$ ، ويتراوح بريقه من الزجاجي إلى الدهني ، وللبعض الأنواع بريق ثلثي ، والمعدن شفاف أو ذو شفافية جزئية ، وله خواص ضوئية موجبة ، وهو يقرب في معامل انكساره من معامل انكسار الماء ، فيبلغ في ذلك $1ر3485 - 1ر3389 - 1ر3396$ ، لذلك فهو يمتص عند غمره في الماء . وينصهر المعدن في لهب الشمعة أي ما يقرب من 550°م . ويعطى الكريوليت اختبار الفلوريدات عند تسخينه مع بي كبريتات البوتاسيوم ، ويلون الذهب بلون أصفر غزير ، وعند تسخينه على كتلة فحم الخشب يتحول إلى خرزة رائعة تغم عند تبريدها وتتصاعد عند التسخين أبخرة من الفلور الخائق ، وما يتبقى منه على الفحم يعطى كشف تينار . ويدوب المعدن في حامض الكبريتيك مع تصاعد فقاعات دهنية المظهر من غاز فلوريد الأيدروجين .

الفلورسبار

يتركب المعدن من فلوريد الكالسيوم : CaF_2 ، وهو عديم اللون ، وقد يكون أبيض أو أخضر أو قرنفلياً أو أصفر أو أزرق . والمعدن ذو بريق زجاجي ، شفاف إلى جزئي الشفافية ، تبلغ صلابته $4 ر$ ، وثقله النوعي $3 - 3ر25$. وينصهر الفلورسبار في درجة حرارة 902°م ، ويتجمد مصهور المعدن على هيئة مينا بيضاء رمادية . ويستعمل الفلورسبار لانخفاض درجة

حرارة انصهاره كمساعد صهر في صناعة الفلزات وفي خلطات المينا ، كذلك يستعمل في صناعة الزجاج وكماة من مواد الصقل، وتستعمل الأنواع الملونة منه في عمل الزهريات ذات اللون الأزرق . ويطلق على الفلورسبار الأزرق إسم معدن جون الأزرق . ويوجد الفلورسبار في وادي العنيجي بالصحراء الشرقية .

المواد الجيرية (١)

وهي مركبات الجير أو أكسيد الكالسيوم الطبيعية . وتوجد على هيئة صخور بيضاء اللون إذا كانت نقية . على أن منها ما هو أصفر أو أسمر أو أزرق أو أسود ، وذلك تبعاً لنوع ومقدار ما بها من مواد غريبة . وقد تكون الصخور الجيرية مندججة متماسكة عديمة المسام ، والقليل منها ضعيف التماسك مسامي البنية ، ومنها ما يحتوي على شقوق كثيرة . ومن أهم المواد الجيرية المستعملة في الصناعات الخرفية :

١ — الصخور الجيرية ، وهذه تتركب من مادة كربونات الكالسيوم كالك ١ ٣ . وأهمها الحجر الجيري والطباشير والرخام والمرمر . ومن أهم خواص تلك الصخور تأثيرها بالأحماض المخففة وحدوث فوران مع تصاعد غاز ثاني أكسيد الكربون عند إضافة تلك الأحماض إليها .

٢ — مواد جيرية ماغنيسومية ، ويدخل في تركيبها عنصر الماغنيسيوم

(١) تبريل : مبادئ البتولوجيا ، ٢٢٥ — ٢٢٩ — ٢٣٥ — ٢٣٩ ، ١٩٣٨ .

مع الكالسيوم كما في صخر الدولوميت ، من كربونات الماغنيسيوم فقط
كما في الماغنيزيت .

٣ — مواد جيرية تتركب من كبريتات الكالسيوم وهى الجبس
والأنهيدريت والمصيص .

الحجر الجيري :

وهو أكثر المواد الجيرية انتشارا فى القشرة الأرضية . ويستعمل الحجر
الجيرى فى أعمال البناء وفى صناعة الجير والأسمنت وفى صناعة الزجاج . ويفطى
الحجر الجيرى مساحات شاسعة فى الأجزاء الشمالية من الصحراء الشرقية
والصحراء الغربية وطور سيناء ، كما يكون الهضاب الممتدة على جانبي وادى
النيل من القاهرة حتى قرب مدينة أدفو . وأهم مقالع الحجر الجيرى
محاجر جبل المقطم والأهرام والعيساوية وأسيوط وجبل عتاقة والمكس .

الطباشير :

وهو صخر جيرى يمتاز ببياضه الناصع ولينه ومهولة تفتته ، بحيث
يترك أثراً أبيض على ما يلامسه . ويكثر وجود الطباشير فى صحراء التيه بوسط
سيناء ، كما توجد منه أنواع ثقية تصل فيها نسبة كربونات الكالسيوم إلى
٩٩ ٪ بجوار مدينة سمالوط بمحافظة المنيا . ويوجد الطباشير فى تكوين
«الدانيان» من العصر الطباشيرى . ويستخدم الطباشير فى صناعة الزجاج وكادة
تبييض لعجائن الخزف وخلطات التزجيج .

ومن الطباشير ما يحضر صناعيا من ترسيب أملاح الكالسيوم من

محاليلها على هيئة كربونات ، والناتج مادة رخوة أو سهلة التفتت إلى مسحوق شديد البياض والنقاء ، وتعرف باسم الطباشير الفرنسى أو الاسبيداج البلدى .

الرخام :

وهو صخر جبرى متحول ذو بلورات شديدة التماسك . ومن الرخام ما هو ناصع البياض ومنه الملون والمجذع ومنه ذو الألوان المختلطة ، ولكل قيمته الفنية . وأهم محاجر الرخام العالية محاجر « كرا را » بجبال الأبنين بإيطاليا ، ويوجد الرخام فى مصر مختلطا بالطلق فى عروق بيضاء ، كما توجد منه ألوان أخرى من الأسمر والأحمر والأزرق والأسود ، وأهم مناطقه جبل سليم باشا . ويعرف بالآسيوطى وهو رخام ملون معرق ، وتوجد منه أنواع ملونة بألوان الأخضر والأصفر السنجابى فى الجبال القريبة من مدينة القصير ، كما يوجد رخام أسود بمنطقة أسوان ، ومنه نوع أبيض فى وادى المياه جنوب طريق قنا — القصير ، ويقتلع رخام معرق من محاجر أبو رواش قرب أهرام الجيزة .

ويستعمل مسحوق الرخام الأبيض كمصدر لأكسيد الكالسيوم فى مكونات الخرف وبعض خلطات التزجيج . وتستعمل شطف الرخام فى عمل مشغولات المزونات « المزايكو » .

المرمر :

أو الآلاباستر انصرى ، وهو غير الآلاباستر العادى المركب من كبريتات الكالسيوم المائية المتبلورة . والمرمر صخر جبرى متبلور ناصع البياض متماسك مندمج ذو بريق حريرى . ويوجد المرمر فى وادى سنور بالصحراء الشرقية

قرب مدينة بنى سويف كما توجد منه أنواع فى الكوبرى بسيناء قرب السويس
ويستعمل المرمر فى أعمال الزينة ، وقد صنع منه قدماء المصريين بعض الهياكل
والتماثيل الجميلة ، كما صنعت منه أعمدة جامع العلمة .

الدولوميت :

ويتركب من كربونات الكالسيوم والماغنسيوم : (كا ، ما) ك ا م ،
بنسب تكاد تكون متعادلة من الفلزين . ولون الصخر أبيض وقد يكون
مصفرا أو بنيا ، بريق لؤلؤى ، ويبلغ ثقله النوعى ٢٨٨

وتتكون بعض الشعاب المرجانية من الدولوميت غير المتبلور . ويستخدم
الدولوميت فى البناء وفى صناعة بعض أنواع الجير والأسمنت ، كما يستعمل كمادة
حرارية قاعدية . ولا ينصح باستعمال الدولوميت فى خلطات عجائن الخزف ولا فى
خلطات التزجيج لتأثير الماغنيسيا الضار على نواتجها ، ويوجد الدولوميت فى
تلال عيون موسى والعساوية والحياون .

الماجنيزيت :

ويتركب من كربونات الماغنسيوم ما ك ا م ، لونه أبيض عادة ، ذو بنية
ليفية وبريق زجاجى أو حريرى . والأنواع الطبيعية شديدة التماسك ذات بنية
طينية بيضاء معتمة ، تبلغ أثقالتها النوعية ٢٨٨ وقد تزيد على ٣ وتتراوح
صلادتها بين ٣٥ — ٤٥

ويوجد الماجنيزيت فى الطبيعة على هيئة عقد أو عروق تتخلل صخور
القشرة الأرضية . ويكثر وجوده فى كاليفورنيا واليونان والهند ، وأهم مناجمه

في استيريا . ويوجد الماغنيزيت في مصر في مناطق البرامية في الصحراء الشرقية .

ويحضر الماغنيزيت أو كربونات الماغنيسيوم المترسبة من ترسيبها من محاليل أملاح الماغنيسيوم من فضلات بعض الصناعات الكيميائية ، والناجى مسحوق خفيف يعرف بالمانيزيا البيضاء .

ويستعمل الماغنيزيت الطبيعى كمادة حرارية قاعدية هامة لكثير من الصناعات الفلزية وخاصة في صناعة الصلب .

الجبس :

ويتركب من كبريتات الكالسيوم المائية : $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. وهو صخر متبلور تبلغ صلابته ٢ ، وثقله النوعى ٢.٣ ، عديم اللون ذو مظهر أو مسحوق أبيض ، له بريق لؤلؤى أو زجاجى شفاف إلى جزئى الشفافية . ويذوب الجبس بقله في الماء . ويخرج ثلاثة أرباع ما به من الماء المرتبط فيه عند تسخينه إلى درجة حرارة ١٤٥° م . متحولا إلى مادة المصيص . ويفقد باقى ما الارتباط إذا سخن إلى درجة حرارة ١٨٠° . متحولا إلى كبريتات الكالسيوم اللامائية ، وهذه لا تقبل العودة إلى المركب المائى بعد ذلك ، وتسمى الأنهدريت .

ويستعمل الجبس في صناعة المصيص ، كما يدخل في صناعة بعض أنواع الأسمنت . ويوجد الجبس في طبقات سميكة ممتدة في مساحات شاسعة ، وقد تتكون منه تلال متوسطة الارتفاع . وأهم محاجر الجبس في مصر هى مناطق قابذ والبلاخ على قناة السويس ، كما يوجد في جبل مر و وادى غرندل وفي الغربانيات غرب الإسكندرية .

المصيص :

أو الجص أو عجينة باريس حيث حضر من أول مرة من جيس جبل «مارت» بالقرب من باريس ، ويتركب المصيص من ٢ كـ ب ١ ، يد ١ .
والمادة ناصعة البياض ، وقد سبق الكلام عنها في أنواع الخزف المخلق .

المواد الاضافية

وهي المواد التي تضاف إلى مكونات عجائن الطين الأساسية للحصول على خواص معينة في تلك العجائن أو في أجسام المشغولات ، أو تكون ذات عمل مساعد في عمليات التشغيل . وأهم هذه المواد هي :

المواد الخشنة (١)

المواد الخشنة أجسام غير لازبة تضاف إلى العجائن الطينية لغرض الحصول على لازبية معتدلة صالحة للتشكيل ولتكوين مشغولات خزفية سليمة ذات مواصفات مناسبة لنوع النأج بعد عمليات التجفيف والتسوية .

وتتكون المواد الخشنة من :

(١) حبات معادن طبيعية من الكوارتز والفلسبار وقشور الميكا وبلورات البيريت والأوجيت والهورنبلند أو فتات الحجر الجيري وغيرها من معادن الصخور الأصلية المتبقية في الطين من عمليات كولنتة الأولى ، أو مما اختلط به في أثناء انتقاله .

(١) سبرل : المواد الحرارية ، ١٤٠ - ١٤٦ ، ١٩٥٠ .

(٢) مساحيق الزلق والفلسبار التي تضاف إلى عجائن طينات الفخار الأبيض لتعديل لزوجيتها .

(٣) مساحيق الزلق المكلس والطين المكلس أو مساحيق الشقافة الناتجة من كسر بعض الأجسام في عمليات قسويتها . وتضاف هذه المواد إلى عجائن مشغولات الفخار الأحمر وإلى منتجات الطوب الحراري .

(٤) البواكسيت المكلس الذي يضاف إلى عجائن بعض المنتجات الحرارية ليرفع من قدرة احتماها للحرارة .

(٥) مجروش بلورات الموليت والكورند الذي يضاف عند صناعة بعض الحرارية لغرض الحصول على بنية متداخلة مندمجة .

(٦) الكاربورند وهو كريد السيليكون : س ك . ويضاف على هيئة مسحوق خشن إلى عجائن بعض المنتجات الحرارية التي تتعرض عند استعمالها للاحتكاك الشديد ، وذلك لصلاة الكاربورندم العالية التي ترفع من قدرة احتمال الجسم المحتوى عليها على مقاومة عوامل الجليخ . كذلك يقلل الكاربورندم من تشويه شكل الجسم عند تسويته في درجات الحرارة العالية وذلك لارتفاع درجات انصهاره التي تساعد المشغول على مقاومته لفعل الحرارة والاحتفاظ بشكله .

حجم المواد الخشنة وأشكالها :

يتراوح حجم حبات المواء الخشنة من تلك التي لا تمر في منخل محتوى.

على ١٨٠ ثقباً في البوصة الطويلة إلى ما يصل إلى نصف بوصة في القطر .
ولا تستعمل الحبات الناعمة في أجسام المشغولات المعرضة للتغيرات الحرارية ،
وإنما يصاح استعمالها في الأجسام التي تتعرض لفعل المواد الآكلة واللهب
الأ كـال . ويفضل استعمال الحبات الحرسية ذات الحواف الحادة عن الحبات
المستديرة ، إذ يسبب إستعمال النوع الثاني إرتفاع نسبة المسامية في جسم
مشغولها وإلى تكوين سطح خارجي غير أملس .

فعل المواد الخشنة :

تعمل المواد الخشنة ذات درجات الانصهار التي هي أقل من درجات انصهار
المواد الطينية المكونة للجسم الطيني كمساعدات صهر تملأ الفراغات المسامية
بين أجزاء الطين مكونة البنية الزجاجية في الجسم الناتج بعد التسوية ، وذلك
كما في حالات استعمالها في المشغولات الخزفية الراقية .

أما المواد الخشنة ذات درجات الانصهار العالية عن درجات انصهار الطين
المكون لجسم المشغول فتعمل كهياكل للجسم بعد تسويته .

كذلك تستخدم المواد الخشنة لتعديل اللازمية الشديدة في عجائن بعض
الطينات مثل الطينة الكروية .

وتكسب المواد الخشنة المشغولات الخزفية صفات هامة تتخلص في الآتي :

(١) خفض نسبة الانكماش في الجسم عند تسخينه في عمليات التجفيف
والتسوية .

(٢) تخفض من مسامية الجسم المتكونة في عمليات التسوية .

(٣) تعمل على تقليل احتمال ظاهرة فوق التسوية في الأجسام .

(٤) تزيد عن متانة الناتج بعد التسوية .

(٥) تعمل على الحصول على سطح ناعم أملس للأجسام المسواه .

(٦) تزيد من احتمال الأجسام للتغيرات الحرارية الفجائية وخاصة من

المنتجات الحرارية .

تجهيز للواد الخشنة .

المواد الخشنة إما أن تكون طبيعية موجودة في الطين من بقايا الصخور للكونة أو اختلطت به في عمليات الانتقال وإما أن تكون مجهزة صناعيا .

وتجهز المواد الخشنة الصناعية بإحدى الطرق الآتية :

١ — طحن المواد الطبيعية غير اللازمة إلى أحجام مناسبة ، وذلك كما في طحن الفلسبار والزلط ، ويطحن الأخير كما هو أو بعد تكليس .

٢ — تكليس أنواع من الطين وخاصة الطين الحرارى الجيد . ويجهز هذا النوع باختيار كتل الطين أو تشكيل عجائنه على هيئة كتل ، ثم تسوية الكتل داخل أفران أو قنائن في درجات حرارية أعلى من درجات حرارة تسوية الأجسام التي تستعمل فيها . وقد تصل درجات حرارة تسوية تلك الكتل إلى ١٤٠٠° م . وذلك للحصول على مواد اجتازت جميع مراحل الانكماش التي من المحتمل أن تتعرض لها في عمليات تسوية أجسامها . ويراعى عدم ملاسة الوقود أو رماده للكتل الطينية في أثناء تسويتها ، لذلك يفضل استعمال الوقود الغازى في تسخين هذه الكتل .

ثم تفرز الأجسام المسواة لاستبعاد غير المتجانس منها أو التي يصيبها تغير في ألوانها . ثم تجرش الكتلة المفروزة بمجارش خاصة ، ولا ينصح بطحنها لتجنب تكوين حبات ناعمة أو مستديرة الحواف . ثم ينخل الناتج لفصل المساحيق الناعمة وتصنيفها حسب درجات خشونتها .

٣ — وقد يستعمل مجروش الشقافة أو الكسر الناتج من تشريح بعض المشغولات الطينية عند تسويتها . ومواد هذا النوع أقل جودة من المواد المجهزة خصيصاً لإنتاج المواد الخشنة ، وذلك لإحتواء تلك الشقافة وكسر المشغولات على السيليكا ومساعدات الصهر وبعض التزجيجات أو تكون ملوثة بنجث الأفران وغيره من شوائب ، مما يعمل على خفض الخواص الحرارية للناتج وإلى حدوث الانتفاخات في المشغولات المحتوية لها عند تسويتها ، كذلك تخفض تلك المواد الخشنة من إحتمال الجسم للتغيرات الحرارية .

٤ — صهر الطين إلى درجات حرارة مائية يتحول فيها إلى معدن المونيت الذي يتبلور من المصهور على هيئة بلورات منشورية .

٥ — تكليس البواكسيت أو صهره للحصول على معدن السكرند .

٦ — تحضير الكاربورند من اتخاذ الكربون بالسيليكا داخل أفران كهربائية .

استعمال المواد الخشنة :

تضاف المواد الخشنة بكميات وأحجام وأشكال تتوقف على نتائج التحليل الميكانيكي لنوع الطين المستعمل في التشغيل ، وعلى مواصفات

المشغول الناتج . كذلك تتوقف كميات وأنواع المواد الخشنة المستعملة على العوامل التي يتعرض لها الجسم الطبي والظروف الحرارية التي يمر فيها في عمليات التسوية .

كما يراعى خمول المواد الخشنة المستعملة كيميائياً حتى لا تؤثر في تركيب الطين المستعمل أو في العمليات الكيميائية الحادثة في أثناء تسوية أجسامها . كذلك يراعى عدم تأثير لون المادة الخشنة المستعملة على اللون المطلوب لجسم المشغول بعد تسويته .

الطلق^(١)

يتركب الطلق من سيليكات الماغنسيوم المائية : ٣ ما ، ١ يد ، ١٤ س ا . وهو ذو لون أبيض ومنه الأبيض الفضي أو الخضر أو الرمادي : وللمعدن بريق لؤلؤي وملسه دهني ، لين جداً يسهل تقطيعه وسحقه ، ويبلغ ثقله النوعي ٢٧ — ٢٨ : وبنية المعدن صفحية . وعند ما يسخن الطلق في لهب البوري تنصهر أطرافه متحولة إلى مينا عند تجمدها ، وتقاوم هذه المينا فعل الأحماض والحرارة .

واللين الطلق يمكن نحته وتشكيله . ويدخل الطلق في صناعة الصيني ، كما تستعمل الأنواع الملونة في صناعة أوعية الطبخ كالأبرمة والطواجن الخزارية لمقاومة المعدن للحرارة ، كذلك يستخدم الطلق في صناعة بعض أنواع الطوب الجراي ، كما يستخدم مسحوق الأنواع البيضاء في ترطيب البشرة وكادة موسعة في الدهان ويستعمل مثقلاً في بعض المنسوجات .

(١) رطل : مبادئ علم للعادن ، ٢١٦ ، ١٩٣٣ .

ومن أنواع الطلق :

الاستياتيت ، ويسمى أيضاً حجر الصابون ، وهو متكتل البنية ، ويشبه الطلق في معظم الخواص . وتستخدم ألواح من الاستياتيت في بطانة المواقد والأفران . ويشكل الاستياتيت بالنحت على هيئة أجسام وأدوات وقطع فنية وزخرفية ، وقد استخدم في هذه الأغراض بكثرة في الهند والصين . وتستخدم المعدن في صناعة البورسيلان وكما في صناعة فوهات المواقد الغازية . وتستخدم مسحوقه كمادة مشحمة للآلات وفي إزالة الشحم من الملابس .

حجر أوعية الطبخ : وهو نوع غير نقي من الطلق ، ذو بنية إردوازية وألوان خضراء رمادية أو قاتمة ، كما يوجد منه نوع ذو لون رمادي حديدي أو أسود بني . ويشكل الحجر في إيطاليا لعمل أواني الطبخ لمقاومته للحرارة ويسهل تشكيل الحجر بالخرط .

الإردواز الطلق : وهو نوع من الطلق كثير الشوائب يشبه الإردواز

صابونة الخياط : وتسمى أيضاً حجر الطباشير الفرنسي وهي نوع من الاستياتيت تستخدم في تخطيط الملابس عند قصها .

ومن الاستياتيت ما يوجد في سانت لورانس بولاية نيويورك . ويقبل هذا النوع المحتمل ويكتب سطحاً على البريق ، وتبلغ صلابته ٣ - ٤ . وتصنع منه الحابر والقطع الفنية . ويتراوح لونه بين الأبيض والأصفر ومنه الأسود .

ويوجد الطلق في وادي الحمامات ووادي خريط ووادي راضي والرابع
وير أم ديزي ووادي أبو جوردي وير الخبر ووادي العطشان وجبل
درهيب . كما يوجد الطلق في الولايات المتحدة الأمريكية وبلاد التيرول .

سيليكات الصوديوم^(١)

تستعمل سيليكات الصوديوم التجارية كمادة إضافية من مواد الخرف
الأولية ، وتباع في الأسواق على هيئة محلول غليظ أو شرابي القوام تحت اسم
الزجاج المائي ، ويتكون من محلول سيليكات الصوديوم أو سيليكات البوتاسيوم
أو من كليهما . وليس للمادة التجارية تركيب كيميائي محدد ، ويقرب تركيبها
من $ص ٢ س ١$ ، أما النقي منها فيتركب من $ص ٣ س ١$.

ويصنع الزجاج المائي من صهر مسحوق الكوارتز أو السيليكات الطبيعية
مع الصودا الكاوية أو كربونات الصوديوم ، وقد تستعمل كبريتات الصوديوم
مع إضافة نسبة صغيرة لا تتجاوز ٣ ٪ من مسحوق الفحم لمساعد على إتمام
اختزال الكربونات أو الكبريتات . وتجرى عملية الصهر في أفران عاكسة
أو داخل بوابق صهر الزجاج . وتحتاج عملية الصهر إلى ٨ - ١٠ ساعات .
والنتائج من العملية مادة زجاجية شفافة أو ذات شفافية جزئية ، ذات لون قليل
الاحمرار من أثر ما بالحامات من حديد . ويطحن الناتج الزجاجي ثم يغلى في
الماء . ويفضل إجراء عملية الإذابة تحت ضغط في وعاء متين محكم الغلق .
ويستحسن إضافة كمية صغيرة من أكسيد النحاس أو أكسيد الرصاص لتحليل

(١) ثورب : مختصر في الكيمياء الصناعية ، ٢٧١ ، ١٩٣٩ .

ميللور : الكيمياء غير العضوية الحديثة ، ٦٨٣ ، ١٩٣٩ .

أى كيه من كبريتيد الصوديوم تتخاف عن عملية اختزال الكبريتات . وتستمر عملية الإذابة من ١٠ — ١٢ ساعة يسحب بعدها المحلول من الوعاء ويرشح خلال منسوج ، ويترك بعد ذلك الترشيح ليبرد . ثم يركز إلى أن يبلغ ثقله النوعى ١.٠٧ . ويجب خلط الماء الزجاجى من شوائب الجير والأومينا وغيرها .

كذلك يصنع الزجاج المائى من غلى السيليكا فى محلول الصودا الكاوية تحت ضغط يبلغ ٦٠ رطلا على البوصة المربعة لمدة طويلة . وتنتج هذه الطريقة السيليكات المطلوبة مباشرة دون حاجة إلى تركيز كثير . وفى بعض الأوقات بذاب راسب من السيليكا الهلامية فى محلول الصودا الكاوية ثم ييخر المحلول الناتج لتركيزه . كما يحضر الزجاج المائى من اتحاد مخلوط من كربونات الصوديوم وكربونات البوتاسيوم بنسبة وزنيهما المكافئين ، والناتج فى هذه الحالة أكثر ذوبانا من النواتج السابقة ، ويطلق عليه فى بعض الأوقات اسم الزجاج المائى الثنائى الذوبان .

ويتخلل الزجاج المائى بسهولة بواسطة الأحماض وحتى ثانى أكسيد الكربون يحلله إلى السيليكا وملح قلوئى من الكربونات . وللزجاج المائى تأثير قلوئى شديد ، يذيب فلزات الألومنيوم والخاصين مع تصاعد غاز الأيدروجين وارتفاع فى درجة الحرارة . ويستعمل الزجاج المائى فى عجائن الطين لتخفيض كمية الماء المستعمل فى العملية .

ويضاف إلى العجينة بنسبة ١٥ ٪ كذلك يستعمل الزجاج المائى كمادة لاصنة لقطع الخرز أو الزجاج ، وكذلك فى لصق الأخشاب والجلود ، وفى ترميم الآثار الحجرية وسد الشقوق بها . ويكثر استعمال الزجاج المائى كمادة إضافية

للصابون الأصفر وصابون الفسيل ، وكادة مثبتة للملونات عند طبع البقعة ،
وكادة حافظة للملونات في طلاء الآلافيسكو ، وكادة واقية من الحريق للأقمشة
والأوراق ، وكادة غير منفذة للماء والرطوبة ، ولحفظ البيض ، ووقاية
للمنسوجات وسطح الأحجار المسامية ، كذلك يستعمل الزجاج المائي كادة
رابطة للمساحيق وفي صناعة الأحجار الصناعية .

صودا الفسيل

توجد المادة في بعض الرواسب المحلية في وادي النطرون بالصحراء الغربية .
وكانت تحضر من رماد احتراق الأعشاب البحرية المعروف باسم القلى . وتصنع
صودا الفسيل الآن من ملح الطعام بطريقة سولفاى ، وتتركب صودا الفسيل
من كربونات الصوديوم المرتبطة بعشرة جزيئات من ماء التبلور :
ص_٢ ك_٢ ، ١٠ يد_٢ . وتفقد المادة ماء تبلورها عند تسخينها أو تعرضها
للهواء . وتحول عند فقدها لماء التبلور إلى مسحوق أبيض من كربونات
الصوديوم اللامائية . وكثيراً ما يباع الأخير على هيئة كتل أو أقراص صغيرة .
وتنصهر كربونات الصوديوم اللامائية في درجة حرارة ٨٥٠° م ، مع تحللها
قليلاً إلى أكسيد الصوديوم ، وتطير ثنائي أكسيد الكربون . ويتم التحلل
في درجات حرارة أعلى من ذلك .

ولكربونات الصوديوم قابلية اندوبان في الماء ومحلوها فيه ذو تأثير
قلوى . والمادة سامة الانصهار مع السيليكا .

وتستعمل صودا الفسيل أو كربونات الصوديوم اللامائية كمساعد صهر
في صناعة الزجاج وفي خلطات التزجيج . (وتضاف إلى عجائن الطين
بنسبة ٣-٠٪ من وزن الطين ، ولها في ذلك فعل سيليكات الصوديوم .

الباب الثاني

أصل الطين وتكوينه

من المشاهدات التي لوحظت على طبيعة الصخور الطينية وارتباطها بالصخور النارية المكونة لها ، ومن الدراسات التي أجريت على التحاليل الكيميائية والبتروجرافية لكل من أنواع الصخور ، ومن نواتج الفحص الميكروسكوبي لقطاعات تلك الصخور التي أوضحت تسلسل عمليات التحلل ونواتجها ، وكذلك من التجارب التي أجريت للتحقق بما وضعه العلماء من فروض لتفسير تكوين الطين ، من كل هذه النواحي الأربع أمكن التعرف على عمليات تحلل الصخور النارية ونواتج تحللها ، وعلى التفاعلات والظروف التي أحاطت بهذه العمليات في غابر العصور الجيولوجية مما له أثره المفيد في دراسة الطين والتوصل إلى مدى صلاحيته وحسن توجيه استعماله في نواحي الصناعات الخزفية .

نظرة عامة في الصخور النارية :

تكونت الصخور النارية من تصلب مواد معدنية مصهورة في درجات حرارة عالية . وقد تصلبت تلك الصخور من مصهور مكوناتها على عمق

كبير تحت سطح الأرض ، ويعرف هذا النوع من الصخور « بالصخور النارية الجوفية » وتتصف هذه الصخور بوضوح وكبر بلوراتها ، ومن هذه الصخور الجرانيت والديوريت . وقد يكون تبريد المصهور قريباً من سطح الأرض بعد تداخله في صخور القشرة الأرضية على هيئة سدود وعروق ، وتسمى هذه الصخور الجرانيت والديوريت . وقد يكون تبريد المصهور قريباً من سطح الأرض بعد تداخله في صخور القشرة الأرضية على هيئة سدود وعروق ، وتسمى هذه الصخور « بصخور البجماتيت والأبلت » ، وهي ذات بلورات غير متساوية الحجم . ومثل هذه الصخور لها فرص تحلل أكبر من فرص تحلل الصخور الجوفية المستقرة في باطن الأرض . وذلك لتساعد كميات كبيرة من مواد متطايرة مختلفة من عمليات تجمد الصخور الجوفية ، والتي تترج مع مصهورات الصخور المتداخلة ، ولهذه المواد المتطايرة تأثير فعال في معادن الصخر إذ تتحول إلى مواد ثانوية من أهمها الكولين . ومن الصخور النارية ما تجمد بسرعة عند خروج مصهوره إلى سطح الأرض ، وتعرف هذه الصخور « بالصخور البركانية » وبنية هذه الصخور زجاجية أو دقيقة البلورات ومن هذه الصخور صخر البازلت .

ومن أهم الصخور النارية المكونة للطين هي .

الجرانيت :

وهو صخر ناري جوفي يتكون من معادن الفلسبار والكوارتز والميكا بصفة أساسية والجرانيت من الصخور النارية الحامضة التي تزيد نسبة السيليكا فيها على ٦٦٪ من تركيب الصخر .

البازلت :

وهو صخر ناري بركاني ذو لون أخضر قاتم شديد التماسك زجاجي البنية مع وجود بلورات دقيقة . ويتكون الصخر من معادن البلاجيوكليز والأوجيت . والبازلت صخر قاعدي تقل قيمة السيليكات عن ٥٢٪ .

معادن السيليكات :

تتركب الصخور النارية من معادن أهمها معادن السيليكات : والسيليكات أملاح الحامض السيليسيك . ويوجد نوعان من الحامض ، هما :

(١) حامض الأورثوسيليسيك : يد ، س ١ ، أو ٢ يد ٢ ، س ١ ، س ٢ (١)

وتسمى أملاحه أورثوسيليكات، وفيها تحمل القواعد محل ماء الحامض وذلك بنسبة جزئين من القاعدة إلى جزئ من السيليكات . وقد تحمل قاعدة واحدة محل كل من جزئي الماء في الحامض ؛ ويطلق على هذا النوع من الأملاح بالأورثوسيليكات البسيطة . وقد تحمل قاعدتان محل ماء جزئ الحامض في الأملاح المعروفة باسم الأورثوسيليكات المعقدة . ومن معادن الأورثوسيليكات البسيطة معادن :

الفورستيريت ، وهو أورثوسيليكات الماغنسيوم : ٢ ما ١ ، س ١ .

والفياليت ، وهو أورثوسيليكات الحديدوز : ٢ ح ١ ، س ١ .

ومن معادن الأورثوسيليكات المعقدة :

معدن الجازنت أو المتيق ، وهو أورثوسيليكات الحديدوز والألمونيوم :

ح ١ ، لو ٢ ، س ١ .

(١) جرت العادة على كتابة القرائن الكيميائية للمعادن على هيئة أكاسيد العناصر المكونة لها .

(٢) حامض الميتاسيليك : يد ٢ س ١ أو يد ٢ ا ، س ١

وتسمى أملاحه ميتاسيليكات ، وفيها ترتفع نسبة السيليكات بحيث تكون نسبة عدد جزيئاتها إلى عدد جزيئات القاعدة كنسبة ١ : ١ .

ومن الميتاسيليكات ما هو من النوع البسيط ، وذلك مثل السيليكات القلوية كـ ميتاسيليكات البوتاسيوم : بو ٢ ا ، س ١ ، وميتاسيليكات الصوديوم ص ٢ ا ، س ١ . وتذوب السيليكات القلوية في الماء وتعرف محاليلها فيه بالماء الزجاجي . ولا توجد للسيليكات القلوية هذه معادن طبيعية

ومن معادن الميتاسيليكات البسيطة الموجودة في الطبيعة معادن :

الولاستونيت ، وهو ميتاسيليكات الكالسيوم . كا ١ ا ، س ١ .

والإنستانيت ، وهو ميتاسيليكات الماغنسيوم : ما ١ ا ، س ١ .

والسيلمانيت والأندالوسيت (السيانيت) ، ويتركب كل منهما من ميتاسيليكات الألومنيوم : لو ٢ ا ، س ١ :

والزركون « الزرق » ، وهو ميتاسيليكات الزركونيوم ، كن ١ ا ، س ١

ومن معادن الميتاسيليكات المعقدة :

مجموعة معادن البروكسين مثل معدن الأوجيت ، ويتركب من ميتاسيليكات كل من الكالسيوم والماغنسيوم : كا ١ ا ، ما ١ ، س ١ .

مجموعة معادن الأمفيبول مثل معدن المورنيلند ، ويتركب من ميتاسيليكات

كل من الكالسيوم والمغنيسيوم والحديدوز : كا ، ١ ، ٣ (ما ، ح)
١٤ ، ٤ س ٢١ .

(٣) تحت السيليكات :

وهي أملاح معادن تتركب من القواعد والسيليكات بنسب متوسطة بين نسب وجودها في الأورثوسيليكات والميتاسيليكات . ويعتقد البعض أن هذه المعادن مخاليط من أملاح كل من حامض الأورثوسيليك و حامض الميتاسيليك .

ومن معادن تحت السيليكات البسيطة :

الموليت ، ويتركب من ثلاثة جزيئات من الألومينا مع جزيئات من السيليكات : ٣ لو ٢ ، ٢ س ١ . ومن معادن تحت السيليكات المعقدة : التورمالين ، ويتركب من تحت سيليكات كل من الحديدك والألومنيوم والبور :

١٠ ح ٢ ، ٥ لو ٢ ، ٣ ب ٢ ، ١٢ س ١ ^(١) . أي بنسبة ثلاثة جزيئات أكاسيد قاعدية إلى جزيئين من السيليكات .

(٤) المعادن المتعددة السيليكات :

وهي معادن تتركب من سيليكات تزيد فيها نسبة عدد جزيئات السيليكات إلى عدد جزيئات الأكاسيد القاعدية في تركيبها على الواحد أي أكثر من

(١) حسب اقتراح نيجلي :

نسبة وجودها في الميتاسيليكات . وقانون جزيئات هذ المعادن هو : ط ا ،
لو ٢ ا ٣ ، ن س ا ٢ . حيث ط رمز لفلز ، (ن) عدد يزيد على ٢ من جزيئات
السيليكا .

والمعادن المتعددة السيليكات مواد معقدة التركيب تحتوى على الألومينا
مع واحد أو أكثر من الأكاسيد القاعدية الأخرى . وهذه هي المعادن الأساسية
المكونة للصخور النارية . وأشهر هذ المعادن وأكثرها انتشارا بين تلك
الصخور هي مجموعة معادن الفاسبار ، وتتركب من متعدد سيليكات الألومنيوم
مع واحد أو أكثر من الأكاسيد القلوية أو القلوى أرضية عادة .

(٥) السيليكات المائية :

وهذه سيليكات تحتوى في تركيبها على عدد من جزيئات الماء المرتبطة
بجزء المادة ارتباطاً غير ذرى ولكنه ارتباط إضافي نتيجة لوجود قوى
إضافية في جزىء المركب .

ومن السيليكات المائية ما هو بسيط متعدد السيليكات . وأشهر معادن
هذ النوع هو المعادن الضئيلة المركبة من متعدد سيليكات الألومنيوم المائية .
ويختلف عدد جزيئات السيليكا وعدد جزيئات الماء في المركب . والقانون
الجزئى العام لهذه المركبات هو :

لو ٢ ا ٣ ، ن س ا ٢ ، م يد ا ٢ ، حيث (ن) عدد جزيئات السيليكات (م)

عدد جزيئات الماء في المركب . وبين جدول كلارك^(١) لمركبات سيليكات
الألومنيوم المائية معادن هذا النوع :

المعدن	القانون الجزيئي	أكاسيد القانون الجزيئي
كاولينيت	يد ^١ لو ^٢ س ^٣ ١	لو ^٢ ٣ ، ٢ س ^٤ ٢ ، ٢ يد ^٥ ١
هولوسيت	يد ^٦ لو ^٧ س ^٨ ١ + ماء	لو ^٩ ٣ ، ٢ س ^{١٠} ٢ ، ٢ يد ^{١١} ١ + يد ^{١٢} ١
نيوتونيت	يد ^{١٣} لو ^{١٤} س ^{١٥} ١ + ماء	لو ^{١٦} ٣ ، ٢ س ^{١٧} ٢ ، ٤ يد ^{١٨} ١ + يد ^{١٩} ١
سيموليت	يد ^{٢٠} لو ^{٢١} س ^{٢٢} ١ + ٣ ماء	٢ لو ^{٢٣} ٣ ، ٩ س ^{٢٤} ٢ ، ٣ يد ^{٢٥} ١ + ٣ يد ^{٢٦} ١
مونتموريللونيت	(ماء ، كا) لو ^{٢٧} س ^{٢٨} ١ + + ن ماء	(ماء ، كا) لو ^{٢٩} ٣ ، ٥ س ^{٣٠} ٢ + (٥ - ٧) يد ^{٣١} ١
بيروفيليت	يد ^{٣٢} لو ^{٣٣} س ^{٣٤} ١	لو ^{٣٥} ٣ ، ٤ س ^{٣٦} ٢ + يد ^{٣٧} ١
آلوفين	لو ^{٣٨} س ^{٣٩} ١ + ٥ ماء	لو ^{٤٠} ٣ ، ٤ س ^{٤١} ٢ + ٥ يد ^{٤٢} ١
كوليريت	لو ^{٤٣} س ^{٤٤} ١ + ٩ ماء	٢ لو ^{٤٥} ٣ ، ٤ س ^{٤٦} ٢ + ٩ يد ^{٤٧} ١
شروتيريت	لو ^{٤٨} ١ س ^{٤٩} ٣ + ٣٠ ماء	٨ لو ^{٥٠} ٣ ، ٣ س ^{٥١} ٢ + ٣٠ يد ^{٥٢} ١

وتخرج جزيئات الماء من هذه المركبات عند تسخينها ، كما أن لأغلب
هذه المواد خاصية غروية .

(١) كلارك . بيان عن الكيمياء الجيولوجية ، تقرير مصالحة المساحة الجيولوجية بالولايات
المتحدة الأمريكية ، ٦١٠ ، ٦١١ ، ٦١٦ ، ١٩٢٠ .

ومن معادن السيليكات المائية ماهو معقد التركيب وذلك مثل معادن :
الميكال البيضاء ، وتتركب من متعدد سيليكات الألومنيوم والبوتاسيوم المائية :
٣ يد ١ ، ٢ بو ١ ، ٣ لو ٢ ، ١ ٦ ، ٢ ، وقد يحل محل كل أو بعض البوتاسا
أكسيد قلوي آخر في بعض أنواع المعدن .

الميكال السوداء : أو البيوتيت ، وتتركب من ميتاسيليكات البوتاسيوم
والمغنيسيوم والحديد وزوالألومنيوم والحديدك المائية :

يد ١ ، ٢ بو ١ ، (ما ، ح) ١ ، (لو ، ح) ٢ ، ٣ ، ١ س ٢ .

الكلوريت ، ويتكون من سيليكات مائية خضراء للألومنيوم والمغنيسيوم
والحديدوز ، يمكن تمثيل تركيبه في القانون : ٢ يد ١ ، (ما ، ح) ١ ،
لو ٢ ، ٣ ، ١ س ٢ . السربنتين ، ويتركب من تحت سيليكات المغنيسيوم المائية :
٣ ما ١ ، ٢ س ١ ، ٢ يد ١ . مع إحلال الحديد والنيكل محل جزء من
المغنيسيوم .

الطاق ، ويتركب من ميتاسيليكات المغنيسيوم المائية : يد ١ ، ٣ ما ١ ،
٤ س ١ ، ويحل النيكل محل جزء من المغنيسيوم .

ويتصاعد الماء من هذه المعادن عند تسخينها للدرجة الاحمرار .

التركيب الكيميائي والمعدني للصخور النارية :

قام كل من « ليث » و « ميد »^(١) بتحليل مجموعات كبيرة من الصخور
النارية الحامضة والقاعدية من أماكن متفرقة ، ثم سجلا متوسط هذه التحاليل

(١) ليث وميد : الجيولوجيا المتحولة ، ٧١ ، ١٩١٥ .

في الجدول الآتي ، وذلك على أساس وجود هذه الصخور في القشرة الأرضية
بنسبة ٦٥٪ للصخور الجرانيتية الحامضة و ٣٥٪ للصخور البازلتية القاعدية :

الأكاسيد	نسبتها المئوية في الصخور الجرانيتية	نسبتها المئوية في الصخور البازلتية	المتوسط الإجمالي
س ١	٧٠٤٧	٤٩٦٥	٦٣١٨
فلور ١	١٤٩٠	١٦١٣	١٥٣٥
ح ٢	١٦٣	٥٤٧	٢٩٧
ح ١	١٦٨	٦٤٥	٣٣٥
ما ١	٠٩٨	٦١٤	٢٧٩
كا ١	٢١٧	٩٠٧	٤٥٨
ص ٢	٣٣١	٣٢٤	٣٢٨
بو ١	٤١٠	١٦٦	٣٢٤
تي ١	٠٣٩	١٤١	—
فلور ٢	٠٢٤	٠٤٨	—
المجموع	٩٩٨٧	٩٩٧٠	٩٨٧٤

وقد قام عدد من الكيميائيين في مصر بتحليل مجموعة كبيرة من الصخور
النارية المصرية الحامضة منها والقاعدية من أما كن كثيرة متفرقة .

كما قام « هيوم » المستشار الجيولوجي السابق للحكومة المصرية بدراسة
طبيعة الصخور المصرية الجيولوجية وحساب أنواع ونسبة المعادن المكونة
لها من نتائج تحاليلها الكيميائية ، واشترك مع هيوم كل من « بيدنل »
و « ج . بول » في الفحص البتروجرافي لعينات تلك الصخور .
وقد جاءت نتائج تحاليل الصخور مشابهة لنتائج تحاليل ليث وميد مؤيدة
لما توصلوا إليه من المتوسطات الإجمالية السابقة .

وفي الجدول الآتي مجموعة من الصخور النارية المصرية التي أُجريت تحليل عيناتها

المرجع		المنطقة	أسمائها	الصخور
(١)	بارتو ، ١٨٢	وادي شاعيت	حامض	جوانيت — ١
(١)	» ، ٣٨٤	مونت كلوديانس	»	» — ٢
(١)	» ، ٤٥٨	وادي أبو معل	»	» — ٣
(١)	هارود ، ٧٠	أسوان	»	٥٠ نوعاً من جوانيت أحمر — ٤
(١)	بارتو ، ٣٥٨	واحة العوينات	»	جوانيت قلوي — ٥
(١)	» ، ٤٦٦	جنوب شرق سيناء	»	» — ٦
(١)	جوهانش وفراثرز ، ٦٨٨	أسوان	»	جوانيت هورنبلندي — ٧
(١)	هارود ، ٧٠	»	»	» — ٨
(١)	بارتو ، ٣٥٨	واحة العوينات	»	جوانيت ديوريت — ٩
(١)	هارود ، ٧٠	أسوان	»	كوارتز ديوريت — ١٠
(١)	» ، ٧١	وادي أبيض	»	فيس — ١١
(١)	راوول ، ١٨٤	جبل العوينات	»	» — ١٢

(تابع الجدول السابق)

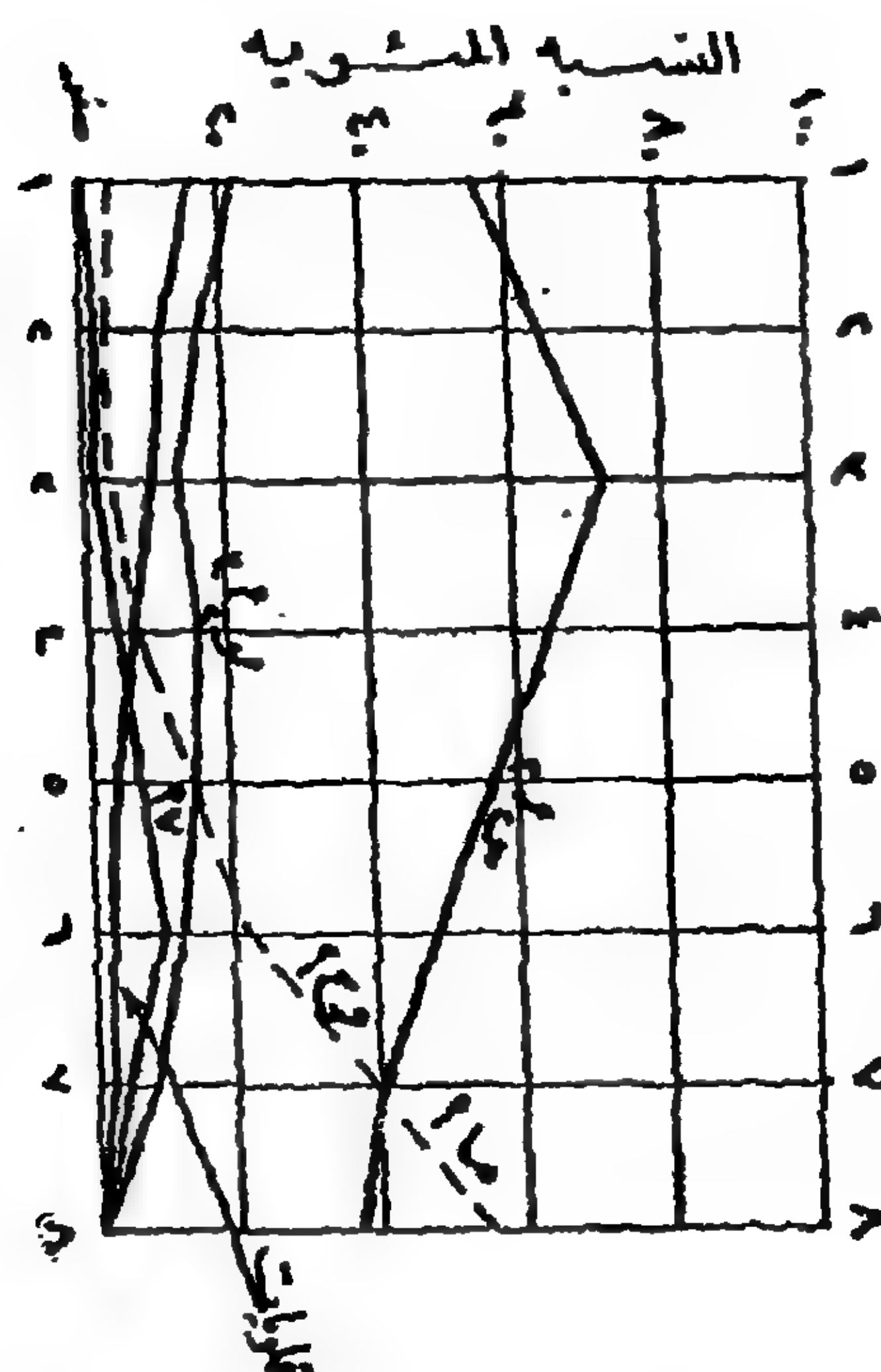
المصغور	أنواعها	المنطقة	المرجع
١٣ — نيس جراندي	حامض	أسوان	هارود ، (١) ٧٠
١٤ — ميكاد يابيز	»	»	(١) ٧٠ ، »
١٥ — ٥٠ نوعا من السيانيت	متوسط	»	والى (٢)
١٦ — سيانيت	»	واجهة العوينات	بارتو ، (١) ٣٥٨
١٧ — ديوريت	»	جزيرة دغابا ، وادى ، حلفا	ديليسه ، (١) ٢٣٧
١٨ — »	»	أسوان	بارتو ، (١) ٣١٥
١٩ — داسيت	»	أم سدرى ، وادى موبلج ودادى رانجا ، وادى فبران	ديليسه ، (١) ٢٣٧
٢٠ — أبليت	»	جبل غريب	(١) ليندز ، ٦٥٨
٢١ — الحجر السماق الإمبراطورى	»	جبل الدخان	(١) ديليسه ، ٢٣٧
٢٢ — صخور أسوان القاعدية	قاعدى	أسوان ، عنينة	(١) هوساك ، ٦٧١
٢٣ — جابرو	»	جبل أبو خروج	(١) هارود ، ٢٢٩
٢٤ — »	»	وادى جاو	(١) ٢٢٩ ، »

(١) أرقام المنشعحات فى ميوزم الجيولوجية مصر ، الجزء الثانى ، وزارة المالية المصرية ، مساعدة المساحة . المطبعة الأميرية ، بولاق القاهرة ، ١٩٣٥ .
(٢) دالى : الصخور النارية وأصلها ، ٢٠٩ — ٢١ .

وقد أجمل «يرسون»^(١) ، نتائج تحليل ليث وميد للصخور النارية
في التركيب الآتي :

س ١	٣٨ — ٤٧ ر ٧٠٪
لو ٢	صفر — ٢٣٪
كا ١	صفر — ٨٪
ح ١، ما ١	٣ — ٥٥٪
أكاسيد قلوية	صفر — ١٧٪

وذلك كما هو مبين في منحنيات شكل رقم (٢) .



(شكل رقم ٢) « التركيب الكيميائي العام للصخور النارية العادية »

(١) يرسون : الصخور ومعادنها ، ١٤٤ ، ١٤٥ ، ١٩١٥ .

كذلك حسب يرسون من التركيب الكيميائي السابق أنواع ونسب المعادن
المكونة للصخور وخلصه في التكوين المعدني العام للصخور النارية العادية، كالآتي:

(١) معدن الكوارتز : س ا_٢ ٥ — ١٠٠ %

(٢) معادن الفلسبار القلوية

ط ا_٢ ، ا ، لو ا_٢ ، س ا_٢ ١٢ — ١٠٠ %

(٣) معادن البلاجيوكليز

ط ا_٢ ، ا ، لو ا_٢ ، س ا_٢ ٦٠ — ١٠٠ %

٥ — ١٠٠ %

ط ا_٢ ، لو ا_٢ ، س ا_٢ ٢٠ — ١٠٠ %

٥ — ١٠٠ %

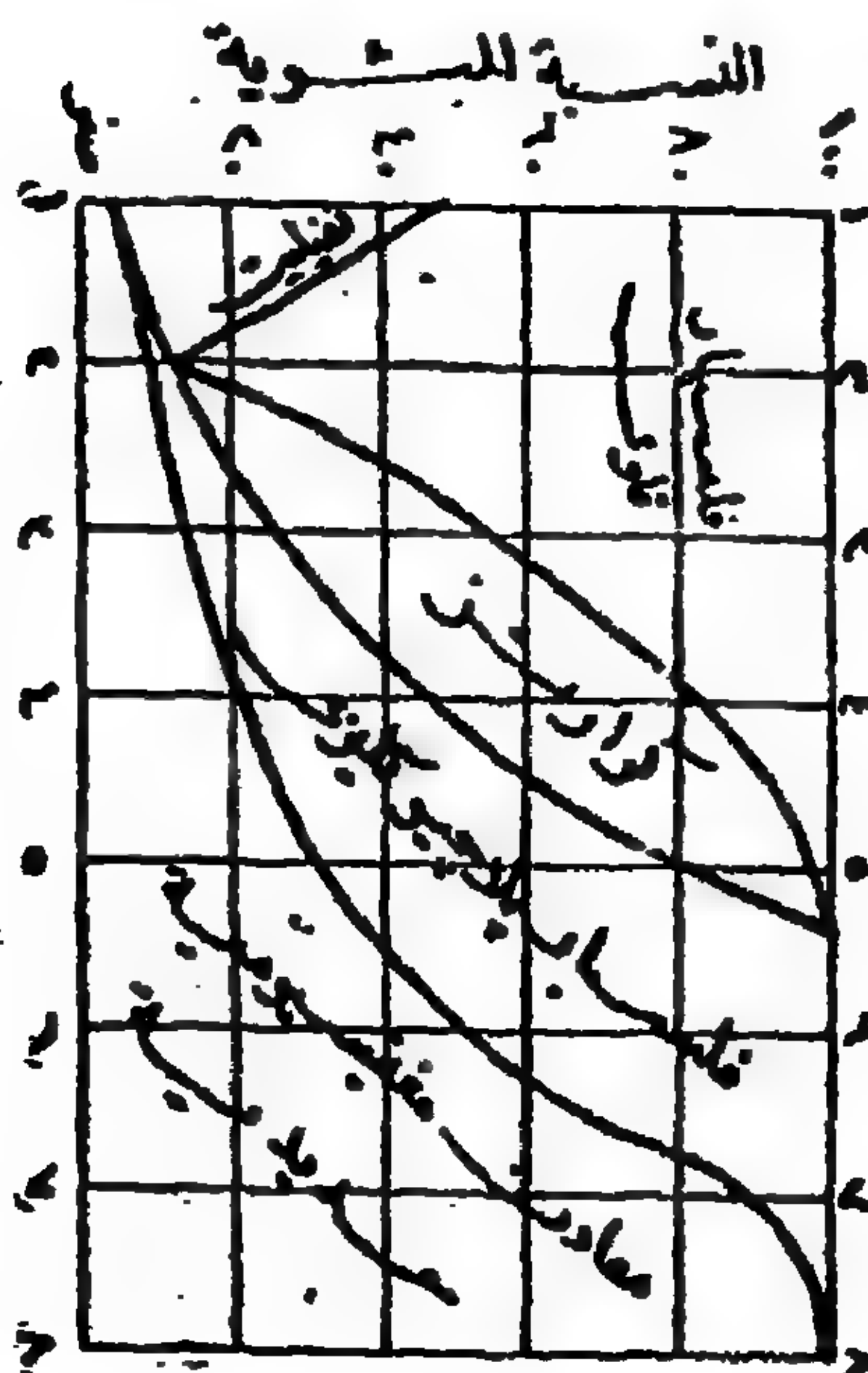
(٤) معادن حديدية وماغنيسومية

(٥) معدن النيغليت :

٥ — ٤٨ %

(ص ، بو) ا_٢ ، ا ، لو ا_٢ ، س ا_٢ ٢٠ — ١٠٠ %

وذلك كما هو مبين في منحنيات الشكل رقم (٣)



(شكل رقم ٣) التكوين المعدني العام للصخور النارية العادية

ويبين الجدول الآتي ترتيب الصخور النارية ترتيباً تنازلياً حسب حامضيتها، وذلك كصخور جوفية وما يقابلها في التركيب من صخور بركانية :

صخور جوفية	صخور بركانية	نوع الصخر
جرانيت	ريوليت	حامض
كوارتزديوريت	داسيت	»
سيانيت	تراكيت	متوسط
نيفيليت سيانيت	فونوليت	»
ديوريت	أنديزيت	»
جابر	بازلت	قاعدى
يريدوتيت	بازلت	»
رونيت	بازلت	»

تحلل الصخور النارية :

تعرض الصخور النارية إلى عمليات تحلل ميكانيكية طبيعية تعرف بعمليات التعرية، وعمليات تحلل كيمياوية.

التعرية :

هى عملية تفتت الصخور نتيجة تعرضها لعوامل مؤثرة تغير من هيئتها الطبيعية الموجودة عليها . وتشمل عوامل التعرية :

(١) التغير فى درجات الحرارة نتيجة انخفاضها ليلاً وارتفاعها نهاراً ،
ولاختلاف درجات حرارة فصول السنة .

(٢) فعل الماء في صورته المختلفة من مطر ومياه جوفية ومياه جارية كالسيول والأنهار وأمواج البحار والمد والجزر والتيارات البحرية . كذلك للماء المتجمد من صقيع وجليد وثلج وثلاجات أثر فعال في تفتيت الصخور .

(٣) الرياح .

(٤) الكائنات الحية .

(٥) ومن عوامل التعرية ما هو داخلي يحدث في جوف الأرض كفعل البراكين والزلازل ذات الهزات الأرضية العنيفة ، والتقلصات الأرضية البطيئة .

وتقوم عوامل التعرية بتفتيت الصخور مما يزيد في فعل عوامل التحلل الكيميائي .

كذلك تقوم بعض عوامل التعرية من مياه ورياح بنقل ما تنتجة من فئات أو ما يتم تحلله كيميائياً من مكان التحلل إلى أماكن أخرى حيث ترسب على هيئة صخور رسوبية .

وهي عملية تؤثر في الصخور تأثيراً يحللها إلى مواد أبسط من تركيب معادنها الأصلية . وتشمل عوامل التحلل الكيميائي .

(١) الأكسدة بفعل أكسجين الهواء أو المذاب منه في الماء . والاختزال بفعل المواد الكربونية وغيرها من المواد المختزلة .

(٢) التميؤ بفعل الماء . والتزهر نتيجة خروج الماء من معدنه .

(٣) الإذابة ، وذلك إما بفعل الماء وحده كإذابة ملح الطعام والكربونات والسيليكات القلوية ، وما يعقب ذلك من تفاعلات في المحاليل الناتجة ، وإما بفعل الماء المحتوى على ثانى أكسيد الكربون الذى يذيب كربونات الكالسيوم وكربونات الماغنيسيوم وكذلك كربونات الحديد وما يعقب ذلك من عمليات تبلور وترسيب أو أكسدة . كذلك يعزل الماء وسطا لانتشار المواد العروية التى يتم بواسطتها بعض التفاعلات الكيميائية .

(٤) المواد المتطايرة من أبخرة وغازات فعالة مثل أبخرة الكبريت والبورات وغازات الفلور وكلوريد الأيدروجين التى تتصاعد من مصهور معادن الصخور فى أثناء تجمدها سواء فى جوف الأرض أو قريبا منه أو على سطح القشرة الأرضية ، كذلك تتصاعد هذه المواد المتطايرة من البراكين مع الحمم المتصاعدة فى أثناء التوازن البركانى أو تكون مذابة تحت ضغط عال فى المياه الجوفية ثم تنفصل عن محاليلها عند انبثاق تلك الحارة إلى سطح الأرض وزوال الضغط من فوقها كما هو الحال فى مياه النافورات الحارة ، وتؤثر المواد المتطايرة تأثيرات كيميائية فيما تلاصق من صخور .

العوامل التى يتوقف عليها التحلل الكيميائى .

تتوقف تحلل الصخور النارية وما ينتج عنها من مواد على النواحي الآتية :

بنية الصخر المتحلل :

تزداد سرعة التحلل بزيادة السطح المعرض لفعل عوامله ، فكلما دقت

حبات المادة كانت أكثر وأمرع في التحلل . وتزيد عوامل التعرية من سطح المعادن المعرضة لعوامل التحلل بما تحدثه من تفتت فيها .

ومن التجارب الشبيهة بالتجارب التي أجريت لإثبات سرعة تحلل الصخور المفتتة وبطء أو إنعدام تحلل الصخور المتسكتة تجربة توضع فيها قطعة من صخر الجرانيت وأخرى في حجمها من صخر البجماتيت ، وكلاهما يحتوى على معدن الفلسبار ، وذلك على هيئة حبات منفصلة في الجرانيت وعلى هيئة بلورات ضخمة في البجماتيت . وفي التجربة تدفن قطعتا الصخرين تحت تربة زراعية غنية بالدبال داخل صوبة (بيت زراعى زجاجى) مدة سنة يشاهد في نهاية المدة تحلل فلسبار الجرانيت إلى كاولين وعدم أو ضعف تحلل فلسبار البجماتيت .

(٢) تركيب المادة المتحللة .

وجد كل من توينهوفل^(١) و « واطسون^(٢) » أن تحلل الصخور النارية متوقف على تركيب مادة الصخر ، وذلك تبعاً للقاعدتين الآتيتين :

(١) تزداد سرعة التحلل في الصخور القاعدية مع استثناء بعض الصخور فوق القاعدية :

(ب) تبطؤ عمليات التحلل عند ارتفاع نسبة السليكا والأمينا في

الصخر .

وتنقسم المعادن من حيث قابليتها للتأثر الكيميائى ومهولة تحللها إلى ثلاثة أقسام مبينة في الجدول الآتى :

(١) توينهوفل : بحث في الترسيب ، ١٩٢٠ .

(٢) واطسون : صخور الجرانيت والنيس في ولاية جورجيا ، تقرير مصلحة المساحة

الجيولوجية بولاية جورجيا ، ٩ — ١ ، ٣١٢ ، ٣٢٥ ، ٣٢٧ ، ١٩٠٢ .

120

١ - مدن الكويت

١ - مسلم بن البيهقي أو النكا
السوداء

١ — معادن البيروكسين ، مثل معادن
الأوجيت

٢ — مملن الموسكوفيت أو اليك
البيضاء

٢ — معساذن الفلسباتريد أو أشباه
الفلسبار مثل معدن اللوسيت ،
بور ، ا ، لورم ، ام ، ع ، ص ، ا٢

٢ — معادن الأمتيول ، مثل مدن
المورنبلند

٣ — ملین الزر کون

٣ — مساندن البلاجير كلير ، مثل
معدني الألبيت والأفورتيت

٣ — مدن الأوبين، ٢ (٨، ج) ١،
٣١

٤ — ملین الکورتید : ١٠٢

٤ — معادن الفلسبار الغالبية ، مثل
معدن الأورتوكيز

٤ — مدن البيرت : ح ٢٠

— مکان الکرومیت : ج ۱، ۲

— معن الأبايت: ٣، ٤ (فوايد) ٢، ٥

٦ - مدن الإيطالية: مع ١٠١٢

٧ — مدن الطيانيات : ج ٢

(٣) تركيب مواد عوامل التحلل :

تتوقف عمليات تحلل الصخور النارية على نوع المواد الفعالة وكمياتها والظروف المحيطة بتلك العمليات من ضغط وحرارة . كذلك تؤثر نواتج التحلل ومدة بقائها في وسط التفاعل في دور عمليات التحلل بما تحدثه من استمرار العملية أو الحد منها ، وبما يحدث من تفاعلات ثانوية . وتتأثر المعادن عادة بعدة مواد وعوامل في أثناء تحللها . ويتلخص فعل عوامل التحلل في الآتي

أ - فعل الأكسجين : يعمل أكسجين الهواء أو الأكسجين المذاب

في ماء التربة كمادة مؤكسدة في عمليات التحلل الجوية . فتنأكد الصخور الألومينية الحديدية من فعل الماء المحتوي على الأكسجين إلى معدن اللاتيريت ويعمل الأكسجين والماء على تحلل معدن البيريت في الصخور النارية الحامضة إلى معدن السيريسيت .

وتنأكد البيريت إلى كبريتات الحديدوز القابلة للذوبان في الماء . وتنأكد أملاح الحديد من سيليكات وكربونات ناتجة من تحلل الصخور النارية في أثناء انتقالها من وسط التحلل بالأكسجين المذاب في ماء التربة متحولة إلى معدن الليمونيت : $Fe_2O_3 \cdot 3H_2O$ ، أو إلى كربونات الحديديك القاعدية $FeCO_3$ (ك) ، $CaFe_2(CO_3)_2$ (ح) كذلك عندما تتحد بثاني أكسيد الكربون الجوي أو الذائب منه في الماء بعد أكسبتها .

ب - المواد الكربونية : تعمل هذه المواد وغيرها من عوامل الاختزال

على تحلل مركبات الحديد وترسيبها على هيئة معدن البيريت ، وتفرز الأحياء

أو بقاياها من نبات أو حيوان مواد الدبال التي تزيد من غروية الوسط ، كذلك تفرز أحماضاً عضوية تعمل على إذابة الصخور وتحللها .

ج - فعل الماء : للماء تأثير مباشر في تحلل معادن الفلسبار إلى

السكاولين ، فيحلل الماء تحت الضغط العالي وفي الحرارة الشديدة في جوف الأرض معدن الأوثركليز إلى معدن السيريسيت . كذلك يعمل الماء مع ثاني أكسيد الكربون على تحلل الفلسبار تحاللاً جويًا إلى السكاولين كما يتصاعد السكاولين إلى حامض السيليك وأيدروكسيد الألومنيوم .

د - فعل المحاليل : يعمل محلول ثاني أكسيد الكربون في الماء على تحلل

الفلسبار إلى السكاولين . يذيب محلول الغاز الكربونات الناتجة من عمليات التحلل الأصلية محلولاً لها إلى بي كربونات سهلة الانتقال من وسط التفاعل مما يعمل على استمرار العملية . كذلك يسهل أكسدة محاليل بي كربونات الحديدوز إلى مركبات الحديدك .

وتعمل المحاليل القلوية على حفظ الدقائق الغروية للسيليكا وبعض السيليكات وأيدروكسيد الألومنيوم الناتجة من عمليات التحلل الأصلية ، وذلك مما يسهل انتشارها وانتقالها من وسط التفاعل مما يعمل على استمرار عملية التحلل .

ويعمل محلول كبريتات الحديد على تكوين كبريتات الكالسيوم نتيجة التفاعل المزدوج بين محلول المواد الأولى ومحاليل الكالسيوم الذائبة . وليس لمحاليل أملاح القلويات تأثير رجعي على نواتج التحلل وإنما يلاحظ

أن أملاح الصوديوم أسرع في تسربها وانتقالها من وسط التفاعل من أملاح البوتاسيوم التي تدمص أيوناتها الكبيرة الحجم على سطح جسيمات الكاولين وذلك يحد أو يوقف من عملية التحلل في حالة وجود أيونات البوتاسيوم، بينما تستمر عمليات التحلل المنتجة لأيونات الصوديوم . وتفسر هذه الظاهرة سهولة وسرعة تحلل معادن الفلسبار الصوبومية عن البوتاسيومية منها .

(هـ) فعل المحاليل الغروية : تعمل محاليل نواتج التحلل الغروية على

سريان وتنشيط عمليات التحلل، وذلك بفضل النواتج عن وسط التفاعل لتمكّنها وهي في حالة غروية سائلة من الانتقال إلى الأماكن المجاورة . ولو أن ذلك يستغرق أجالا طويلة، إلا أنه من العوامل التي تساعد على استمرار تحلل الصخور النارية . في حين أن رسوب النواتج في وسط التفاعل يوقف عن استمرار العملية . ويحدث الترسيب كما في حالات تجلط الدقائق عند امتصاصها لشحنات مضادة لشحناتها من أيونات الأملاح الذائبة، أو في حالة ادمصاص الكالين لأيونات البوتاسيوم والألومنيوم . ويعمل حامض السيليسيك عند وجوده على إضعاف قلوية الوسط مما يسبب ترسيب الدقائق ويضعف أو يفقد خواص الكاولين الغروية .

(و) فعل المواد المتطايرة . يحدث عند تجمد مصهور معادن الصخور النارية المتداخلة في صخور القشرة الأرضية في أثناء اندفاعها نحو سطح الأرض أن ينبعث من الكتلة المتجمدة غازات وأبخرة كانت ذائبة في المصهور قبل تجمده . وتنضم تلك المواد إلى غيرها عن مواد المصهورات الأخرى القريبة التي تكون قد تشبعت من الكتلة الأصلية داخل الشقوق والفواصل المجاورة،

فيزداد تركيز تلك المواد المتطايرة ، وينشط فعلمها على معادن الكتلة المتجمدة القابلة للتحلل .

وتتكون المواد المتطايرة من الغازات الهالوجينية مثل الفلور والكلور وكذلك غاز كلوريد الأيدروجين ، وأبخرة البورات والماء وعناصر البور والفسفور والكبريت وأبخرة الغازات وخاصة القلوية منها مثل الصوديوم والبوتاسيوم .

ويحدث التفاعل بين المواد المتطايرة والمعادن في درجات حرارة عالية وتحت ضغوط شديدة لانهجاس الغازات والأبخرة في جوف الأرض . وتزيد تلك الظروف من مقدار التفاعل وحدته .

وتتفاعل المواد المتطايرة مع معادن الفلسبار الموجودة في سدود وعروق البجائيت المتشعبة على عمق كبير داخل القشرة الأرضية مكونة الكاولين مع معادن أخرى خاصة بهذا النوع من التفاعلات .

معادن المواد المتطايرة :

تتكون المعادن الآتية نتيجة لتفاعل المواد المتطايرة مع معادن الفلسبار المكونة للصخور المتجمدة من المصهورات الجوفية .

(١) الزمرد أو البيريل : ويتركب من سيليكات الألمنيوم والبريليوم مع نسبة صغيرة من فلز قلوي يحل محل جزء من البريليوم مع ماء متحد :
ج^٣ ، لو^٢ ، أ^٣ : ٦ س أ^١ (١) .

(١) ج رمز عنصر البريليوم .

(٢) التورمالين ، ويتركب من سيليكات معقدة للبور والألومنيوم مع الماغنسيوم أو الحديد فزى قلوى . كذلك يحتوى المعدن على نسبة ضئيلة من الفلور .

(٣) الأباتيت : ويتركب من فوسفات فلوريد الكالسيوم .

(٤) الفلوريت : أو الفلورسبار : ويتركب من فلوريد الكالسيوم .

(٥) الاسكابوليت : وهو مخلوط غير متبلور من سيليكات الألومنيوم

والكالسيوم والصوديوم مع قليل من عنصر الكلور : ٤ كا ، ١ ، ٣ لو ، ١ ، ٦ س ١ مع ص ، ٤ لو ، ٩ س ١ ، ٢٤ كل .

(٦) المقيق أو الجارنت : ويتركب من سيليكات فلز ثنائى التكافؤ مثل

الكالسيوم أو الماغنيسيوم أو الحديدوز أو المنجنيز مع ساليكات فلز ثلاثى التكافؤ مثل الألومنيوم أو الحديدك أو الكروم .

(٧) التوباز : ويتركب من سيليكات فلوريد الألومنيوم المائية :

لو (فل ايد) ٢ س ١ .

(٨) الكوندروديت : ويتركب من سيليكات فلوريد الماغنيسيوم

المائية : ما ١ ما (فل ايد) ٢ (س ١) ٢ .

(٩) الكاسيتيريت : ويتركب من أكسيد القصدير ك ق ١ .

ويدل وجود بعض أو كل هذه المعادن فى الطين على سابق تكوينه

الجوفى .

نواتج التحلل :

تنقسم نواتج التحلل من حيث بقاؤها في مكان التفاعل أو انتقالها إلى المناطق المجاورة إلى قسيتين ، هما .

(١) نواتج متبقية : وهي النواتج المستقرة في مكان تحلل الصخر ، وتشمل :

(١) الكاولين :

(٢) المعادن صعبة التحلل والمقاومة لعوامل التفتت مثل الكوارتز وفتات الميكا البيضاء ومعادن الزركون والكورتند وغيرها . وهذه تنفصل عن نواتج التحلل المتبقية ، فتبقى في المعادن التي هي أقل من الكاولين مثل معظم المعادن صعبة التحلل فتعوص إلى أسفل .

(٣) نواتج تحلل ثانوية تنتج عن تحلل الكاولين إلى أكسيد أو تبيته إلى حامض السيليسيك وأيدروكسيد الألومنيوم وكذلك بعض السيليكات المائية البسيطة ، وترسب هذه المواد بين الكاولين على هيئة نواتج نهائية من السيليكات والألومينا : ويسبب وجود هذه النواتج انخفاض شبه الكاولين ، أو تلاشيها تماماً من بين نواتج تحلل الصخور النارية ، كما في حالة عملية تكوين معدن اللاتيريت .

وتسمى نواتج التحلل المتبقية في الأصلية بالكاولين أما إذا حدث وانتقلت تلك النواتج بفعل عوامل انتقال من مياه أو رياح إلى مناطق أخرى بعد انتهاء عمليات تحلل صخورها ، فإنها تتعرض لتغيرات ميكانيكية تزيد من نعومتها أو إلى عمليات فرز هوائية أو مائية تفصل الخشن

منها من الناعم أو إلى تلوث بأخلاق أرضية ، كل ذلك يغير من خواصها ويكسبها تكويناً جديداً تسمى بعده بالطينات أو الطين الثانوى أو المنقول .

(ب) نواتج متنقلة : وهى نواتج تحلل الصخور النارية التى تنقل من وسط التفاعل فى أثناء عمليات التحلل ، وتشمل :

١ — النواتج سهلة الذوبان أو الانتشار فى التربة والصخور المجاورة .
وتتكون من أملاح القلويات وكربونات الكالسيوم والمغنيسيوم والحديد التى تذوب فى الماء المحتوى على ثانى أكسيد الكربون ، أو النواتج قليلة الذوبان فى الماء مثل أملاح الحديد وسيليكات البوتاسيوم وسيليكات الصوديوم ذات الغروية الجزئية ، ويستغرق ذوبان تلك المواد ، وبالتالى انتقالها فترات طويلة . والنواتج للقابلية للذوبان فى الماء أملاح متأينة فى محاليلها التى تنتقل عن طريق الخاصية الشعرية خلال التربة والصخور للمسامية المجاورة منفصلة عن وسط التحلل . ويلاحظ ، كما سبق ذكره ، أن أملاح الصوديوم أسرع فى الانتقال من أملاح البوتاسيوم .

ويحدث أن تتعرض أملاح الحديد الذائبة إلى عمليات تأكسد فى أثناء انتقالها وتتحولها إلى مركبات حديدية غير ذائبة تترسب فى الصخور المجاورة وتسبب تلويثها . كذلك تترسب كربونات الكالسيوم وكربونات المغنيسيوم من محاليل بي كربوناتهما تحت ظروف مناسبة من التركيز مكونة مواد أسمنتية جيرية لأجزاء التربة والصخور المجاورة ، أو قد تبلور هذه الكربونات

على هيئة معادن الكالسيت والأرجوانيت والماجنيزيت ، أو ترسب كصخر جيري . كذلك تترسب الكربونات والكلوريدات القلوية من محاليلها بعد انتقالها تحت ظروف مناسبة من التركيز ، أو عند جفاف ماء محاليلها على هيئة كتل متبلورة .

(٢) مواد غروية غير متأينة تنفشر في الماء على هيئة محاليل غروية ، وذلك مثل حامض السيليسيك الهلامي والسيليكات المائية الهلامية وأكسيد الحديد المائي الغروي ، وتتسرب هذه الهلاميات الغروية إلى المناطق المجاورة بصعوبة وتستغرق في ذلك آجالاً طويلة . ويحدث أن بتمياً السيليكات نصف الغروية نتيجة تفاعل الماء معها أو اتحاد ثاني أكسيد الكربون بها فتترسب منها السيليكات بين ثنايا التربة والصخور المجاورة محدثة تماسكاً سيليسياً بين أجزائها .

متوسط تحليل الصخور النارية والأنواع العامة للصخور الراسبية
الناجمة عنها (١)

الصخور الجزيرية	الصخور الرملية	الصخور الطينية الصفحية	الصخور النارية	الأكاسيد
٥ر١٩	٧٨ر٦٦	٥٩ر٣٨	٥٩ر٨٣	س ١
٠ر٨١	٤ر٧٨	١٥ر٤٧	١٤ر٩٨	لو ١
٠ر٥٤	١ر٠٨	٤ر٠٣	٢ر٦٥	ح ١
	٠ر٣٠	٢ر٤٦	٣ر٤٦	ح ١
٧ر٩٠	١ر١٧	٢ر٤٥	٣ر٨١	ما
٤٢ر٦١	٥ر٥٢	٣ر١٢	٤ر٨٤	كا
٠ر٠٥	٠ر٤٥	١ر٣١	٣ر٣٦	ص ١
٠ر٣٣	١ر٣٢	٣ر٢٥	٢ر٩٩	بو ١
(٢) ٠ر٥٦	(٢) ١ر٣٣	٣ر٦٨	١ر٤٢	يد ١ (١)
٠ر٠٦	٠ر٢٥	٠ر٦٥	٠ر٧٨	ني ١
٤١ر٥٨	٥ر٠٤	٢ر٦٤	٠ر٤٨	ك ١
٠ر٠٤	٠ر٠٨	٠ر١٧	٠ر٢٩	فوم ١
٠ر١٤	٠ر٠٧	٠ر٦٥	٠ر١٠	ك + ك ب ١
—	٠ر٠٥	٠ر٠٥	٠ر١٠	با
٠٠ر٥	آثار	آثار	٠ر١٠	من
—	—	٠ر٨١	—	ك + مواد عضوية
٩٩ر٨٦	١٠٠ر١٠	٩٩ر١٢	٩٩ر١٩	المجموع

(١) الماء الخارج فوق درجة حرارة ١١٠° م.

(٢) يتبقى ذلك المواد العضوية والمتطايرة.

وقد قام كل من ليث وميد^(١) بحساب متوسط تركيب الصخور الراسبة من نتائج تحليل كلارك السابقة على اعتبار وجودها بنسب ٨٢ر٣٥٪ صخور طينية، ١١ر٦٦٪ صخور رملية، ٦ر٠٧٪ صخور جيرية في القشرة الأرضية. وقد وجدنا أنه عند استبعاد ما فيها من كربون ومواد عضوية والزيادة في نسبة ثاني أكسيد الكربون ونسبة الماء ذات مصدر من الهواء الجوي واتحدت بنواتج تحليل الصخور النارية، وبعد توحيد نسب التركيب في كل من النوعين من الصخور النارية والراسبة حصلنا على نتائج تكاد تكون متساوية في نسب الأكاسيد المكونة لكل من النوعين من تلك الصخور، وذلك كما يتضح من الجدول الآتي. ويتبين من ذلك أن الصخور النارية هي الصخور الأصلية المكونة للقشرة الأرضية، وأن الصخور الراسبة ومن بينها الطين نواتج تحليل الصخور النارية.

الأكاسيد	الصخور النارية	الصخور الراسبة	الأكاسيد	الصخور النارية	الصخور الراسبة
س ^٢	٥٧ر٨٢	٥٩ر٨٣	ص ^٢	٣ر٢٩	٣ر٣٦
لو ^٢	١٤ر٤٥	١٤ر٩٨	بو ^٢	٢ر٨٩	٢ر٩٩
ح ^٢	٢ر٤٩	٢ر٦٥	يد ^٢	١ر٤٢	١ر٤٢
ح ^١	٣ر٣١	٣ر٤٦	تي ^١	٠ر٧١	٠ر٧٨
ح	٤ر٣١	—	ك ^١	٠ر٤٨	٠ر٤٨
ما	٣ر٧٤	٣ر٨١	فوز ^١	٠ر٢٥	٠ر٤٨
كا	٤ر٦١	٣ر٩٤	كب ^١	٠ر٢٧	٠ر١٠
			المجموع	١٠٠ر٠٢	١٠٠ر٠٨

(١) ليث وميد: الجيولوجيا المتحولة، ٨٠، ١٩١٥.

عمليات الكولنة :

الأصل في عمليات الكولنة هو تحلل معادن الفلسبار إلى الكاولين^(١) إلا أن الاصطلاح أصبح يشمل العمليات المنتجة للمادة . ويوجد نوعان من عمليات الكولنة ، هما :

(١) عمليات الكولنة الجوية :

وفيها تتحلل الصخور النارية فوق سطح الأرض بتأثير كل من عوامل التعرية وعوامل التحلل الكيميائي من ماء وثاني أكسيد الكربون .

وتجرى العملية في درجات الحرارة العادية منتجة بطريق مباشر الكاولين مع نواتج التحلل الأخرى .

وتتحلل في هذه العملية كل من الصخور الحامضة والقاعدية . ومن ظواهر هذه العملية تحلل معدن البيوتيت إلى معدن السيريسيت الذي يتحلل بدوره إلى الكاولين مع نواتج تحلل المعدن الأخرى .

وتقاوم معادن الموسكوفيت في الصخور الحامضة والكوارتز والزركون عملية الكولنة الجوية ، وتبقى مع الكاولين وفتات من معدن الفلسبار الذي لم تلحقه عوامل التحلل . وقد تنفصل هذه المعادن عن الكاولين نتيجة تعرضها لعوامل النقل والتركيز .

وتنتقل نواتج تحلل العملية القابلة للذوبان كلها أو بعضها إلى المناطق

(١) هيوم جيولوجية مصر ٢ ، ٦٢٩ ، ١٩٣٥ .

المجاورة ، كذلك قد ينتقل السكاواين نفسه من مكان تكوينه بفعل عوامل النقل ليتسبب في أماكن أخرى متحوّلا إلى طينات . وتكوينات الكاولين أو الطينات الناتجة من حماية الكولنة الجوية تكوينات رسوبية متجانسة منتظمة .

ومن أمثلة تكوينات حماية الكولنة الجوية تكوينات كاولين جبال الآبالاشيان في ولايات جورجيا وكارولينا وفرجينيا بالولايات المتحدة الأمريكية^(١) ، وكذلك طبقات الكاولين الموجودة قرب سبوكن بولاية واشنطن^(٢) .

عملية الكولنة الجوفية :

تحدث العملية في أماكن جوفية تحت سطح الأرض بعيدة عن عوامل التحلل الجوية وعن عوامل النقل . ولا يصاحب هذه العملية أى نوع من عوامل التعرية كالتي تحدث في عمليات الكولنة الجوية والتي تسبب تفتت الصخر مما يسهل فعل عوامل التحلل الكيميائية ، إلا أن التحلل في هذه العمليات الجوفية يحدث تحت ظروف من الضغط الشديد ودرجات الحرارة العالية الظروف التي تعوض عدم تفتت الصخر والتي تعمل من ناحيتها على سرعة الحماية . وعوامل تحلل الكولنة الجوفية هي المواد المتطايرة الفعالة .

(١) واتس: استخراج الكاولين من جبال الآبالاشيان الجنوبية ، تطورات جمعية الخزف الأمريكية ١٤ ، ١٩٢٤ .

(٢) جوودسييد تكوينات الكاولين في فربان بولاية واشنطن ، تقرير أبحاث مصالحة المناجم بالولايات المتحدة الأمريكية ١٩٢٧ .

ولا توجد فرصة لنواتج العملية القابلة للذوبان لذوبانها ولا بانتقالها إلى المناطق المجاورة ، كذلك لا ينتقل الكاولين الناتج من مكان تكوينه بل يبقى على هيئة كتل متفرقة في شقوق الصخر الأصلي أو على هيئة عروق وسدود متداخلة في القشرة الأرضية مكان الصخر المتحلل . وتحاط كتل الكاولين الجوفى بالفلسبار وبقايا الصخر غير المتحلل . ويرجع السبب في عدم تجانس وانتظام تأثير المواد المتطايرة المحللة في جميع أجزاء الصخر المتحلل، وذلك لاحتمال تسرب بعض هذه المواد الفعالة من جانب إلى آخر خلال التشقق والكسر الحادث في الصخر المتجمد من المصهور في أثناء عملية التحلل .

وتحتوى الكاولينات الجوفية على معادن البيوتيت والسيريست مع معادن المواد المتطايرة وكمية من بقايا فلسبار غير متحلل . ومن أمثلة التكوينات الجوفية للكاولين تكوينات كورنول بإنجلترا ، كما تدل الدراسات الأولية على أن كاولين سيناء ينتمى إلى الكاولينات الجوفية .

وقد تحدث عمليات شبيهة بعمليات الكولنة الجوفية من فعل المواد المتطايرة المتصاعدة من النافورات الحارة في فلسبار صخور المنطقة ، وذلك كما في تكوينات كاولين منطقتي كارلسباد وبوهيميا .

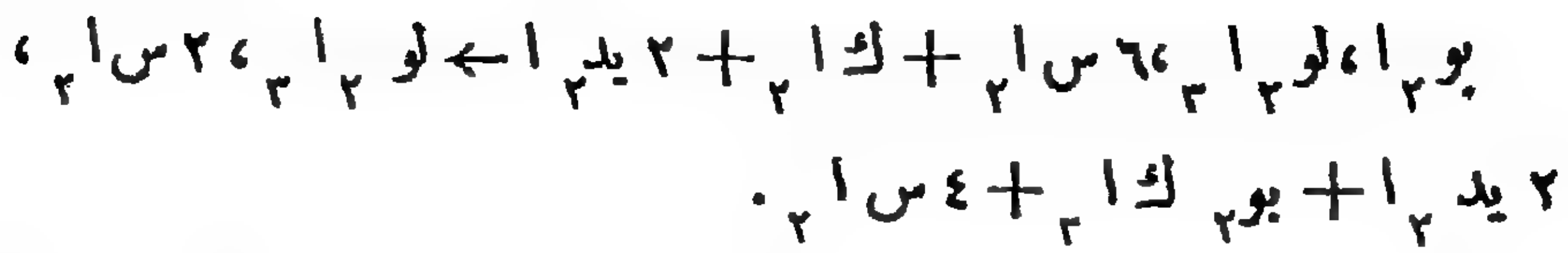
أمثلة لكولنة معادن الصخور النارية :

سنورد هنا أمثلة لعمليات كولنة معادن الصخور النارية القابلة للتحلل مع تفسير كل عملية بتفاعلات كيميائية مقترحة .

كولنة معدن الأورثوكليز :

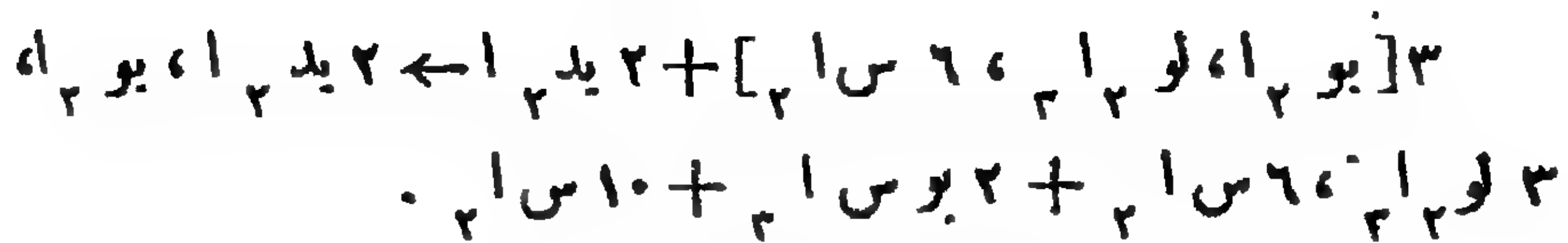
يتحلل المعدن تحللاً جويًا بفعل ثاني أكسيد الكربون والماء منتجا

الكاولين و كربونات البوتاسيوم والسيليكات، وذلك في تفاعل يمكن تمثيله كالآتي:



ومن حالات هذه العملية تحلل معدن الأورثوكليز في صخر سدود شلال سمنا إلى الكاولين^(١). وتحلل فلسيت جبل زرقاء النعام وجبل مويح في الصحراء الشرقية الجنوبية قرب أم ريت^(٢). وتحلل أورثوكليز صخر التراكيت من وادي الأمباعوط^(٣) حيث تظهر غزارة تحلل المعدن إلى الكاولين.

ويتحلل الأورثوكليز تحللاً جرفياً بتفاعل بخار الماء معه تحت ضغط شديد وفي درجات حرارة عالية متحولاً إلى معدن السيريسيت وسيليكات البوتاسيوم والسيليكات، وذلك كما يمثل التفاعل الآتي^(٤):



ومعدن السيريسيت الناتج من هذا التحلل الجوفي ثابت لا يتحلل بعد ذلك ليكون الكاولين طوال وجوده بعيداً عن عوامل التحلل الجوية. ومن أمثلة هذه العملية تحلل فلسبار جرانيت جبل فريد بالصحراء الشرقية الجنوبية^(٥).

(١) هيوم : جيولوجية مصر ، ٢ ، ٥٠٣ ، ١٩٣٥ .

(٢) هيوم : جيولوجية مصر ، ٢ ، ٥١٤ ، ١٩٣٥ .

(٣) هيوم : جيولوجية مصر ، ٢ ، ٥١٩ ، ١٩٣٥ .

(٤) تيريل مبادئ البترولجيا ، ٣٠٩ ، ١٩٣٨ .

(٥) هيوم جيولوجية مصر ، ٢ ، ٤٥٥ ، ١٩٣٥ .

كذلك يتحلل الفلسبار بفعل المواد المتطايرة تخاللا جوفيا إلى الكاولين مباشرة^(١).

الخواص الحرارية المصاحبة لكونة معدن الأورثوكليز:

ينصهر المعدن قرب درجة حرارة مخروط (٨) أي مايساوى نحو ١٢٠٠°م.

وينتج من التحلل الكاولين وكربونات البوتاسيوم والسيليكا ، ثم ينفصل جزء من أملاح البوتاسيوم الذائبة بتسربها من الكتلة المتحللة ، كما تنتشر السيليكا على هيئة حامض سيلسيك هلامي غير متبلور . ويحدث التحلل بالنسب النظرية الآتية :

يتكون الأورثوكليز من :		رواسب من :	
٦٤٫٧٪	من ١	٤٣٫١٪	من ١ كوارتز
١٨٫٤٪	لو ٢ ، ١	٢١٫٦٪	من ١
١٦٫٩٪	بو ٢ ، ١	١٨٫٤٪	لو ٢ ، ٣
١٠٠٫٠		١٦٫٥٪	يد ٢ ، ١
		٩٩٫٦	

أما كربونات البوتاسيوم أحد نواتج العملية فتسرب من بين النواتج لقابلية ذوبانها كما ذكر . وتتكون بعد تنقية الرواسب السابقة مادة الكاولين أو الطين الصيني المركب من :

(١) ميللور : الكيمياء غير العضوية الحديثة ، ٦٨٨ ، ١٩٣٩ .

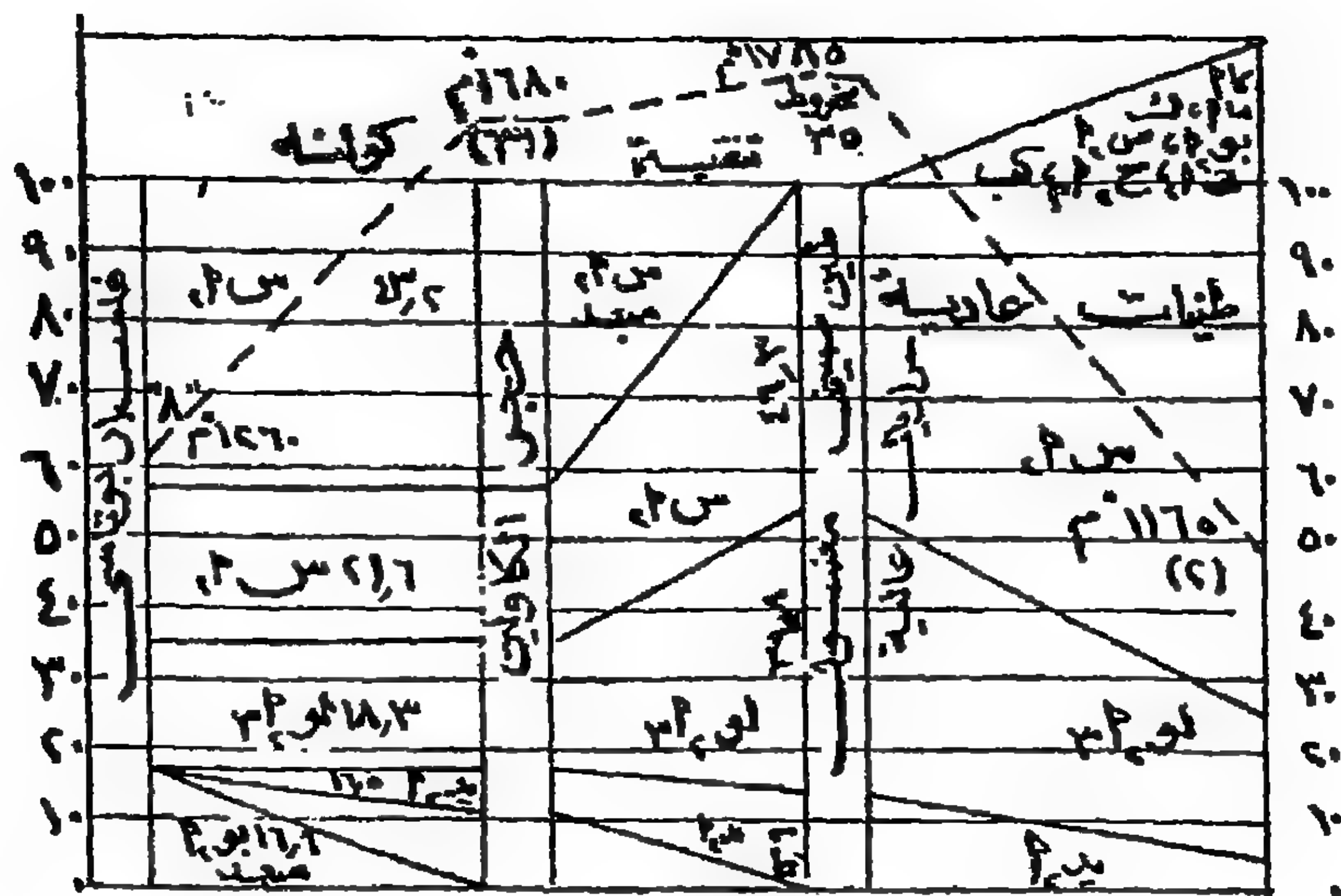
$$\begin{array}{r}
46.5\% \text{ س ا } ، \\
39.5\% \text{ لو م ا م } ، \\
14.0\% \text{ يد م ا } . \\
\hline
100.0
\end{array}$$

وترتفع درجة انصهار الطين كلما انفصل القلوى عنه حتى تبلغ أعلى درجة انصهار له عند درجة حرارة مخروط (٣١) أى ما يساوى 1680°م . وذلك مع بقاء الكوارتز فيه .

ثم ترتفع درجة انصهار الطين مرة أخرى بعد فصل الكوارتز عنه في عملية التنقية إلى درجة حرارة مخروط (٣٥) أى ما يساوى 1785°م . وذلك حسب التقديرات النظرية .

وعلى العكس من ذلك ، تنخفض درجة انصهار الطين عند خلطه بأحد مساعدات الصهر مثل الجير ، الماغنيسيا ، الحديد أو القلويات إلى درجة حرارة مخروط^٢ أى ما يساوى 1165°م .

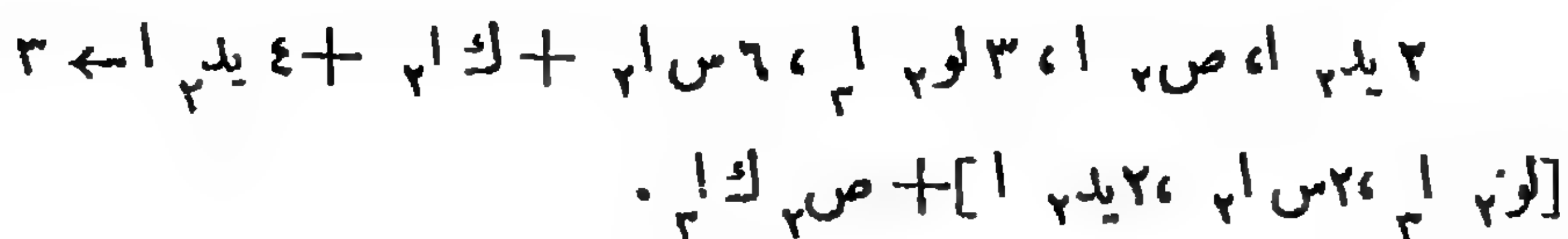
و يمثل الشكل رقم (٤) الخطوط البيانية لعمليات تحلل فلبسبار بوتاسيومى إلى الكاولين وتأثير عمليات الغسيل والتنقية على درجات انصهار نواتج التحلل ويتضح من الشكل نسب مكونات نواتج التحلل. ويبين الجزء الأيسر من الشكل نسب مكونات الطين الصينى التجارى المنسول النقى . ولا يستدل من الشكل أن الطينيات غير النقية تنتج جميعها من أخلاط الكاولين النقى بعد تكوينه بشوائب أرضية خارجية ، فقد تكون الأخيرة بعض نواتج التحلل نفسه .



كولنة الفليبار البوتاسيومى والحوائى الحرارية لنواتج العملية

يتحلل كل من معدني الألبيت والأنورثيت تحللاً جويًا بفعل الماء وثاني أكسيد الكربون إلى الكاولين وكربونات الصوديوم أو كربونات الكالسيوم والسيليكات، وذلك في تفاعل يشبه تفاعل كولة معدن الأورثوكليز السابق مع زيادة في سرعة التحلل لسرعة انتقال الأملاح الذائبة من وسط التفاعل، ومن أمثلة تحلل معادن البلاجيوكليز تحلل ألبيت صخر بازلت منطقة الشلال بأسوان^(١) وتحلل صخر فلسيت الشلال بأسوان وصخر بورفير السيانيت بالمنطقة^(٢) وتحلل فلسبار صخر الديوريت من « تل لايا » قرب خور موسى باشا جنوب وادي حلفا^(٣)، وتحلل فلسبار جرانيت « جبل دوش » جنوب

غرب سكة الجمل بمنطقة أسوان^(١)، وتحلل بلاجيوكليز بورفير الديوريت من «أم عليجة» قرب جبل «أبو دهر» في الصحراء الشرقية الجنوبية، وتحلل صخر من جبل «أم حشينب»^(٢) وتتحلل معادن البلاجيوكليز تحللاً جوفياً منتجة معدن الباراجونيت، وهو من الميكا الصوديومية يقابل معدن السيريسيت وذلك مع سيلكات الصوديوم والسيليكا في تفاعل يشبه ما اقترح لتفاعل تحلل معدن الأورثوكليز عند تحلله جوفياً. إلا أن معدن الباراجونيت الناتج أسهل تحللاً وذوباناً من معدن السيريسيت، إذ يتحلل عند تفاعله مع الماء وثاني أكسيد الكربون إلى نواتج من الكاولين و كربونات الصوديوم، وذلك كما في التفاعل الآتي :



كولنة معدن الأوليجوكليز :

• يتحلل المعدن بفعل الماء وثاني أكسيد الكربون إلى كربونات الصوديوم وكربونات الكالسيوم مع معدن فاسباري ، وتنتهي العملية بتحلل الفلسبار إلى الكاولين ومواد قابلة للذوبان .

كولنة معدن البيوتيت :

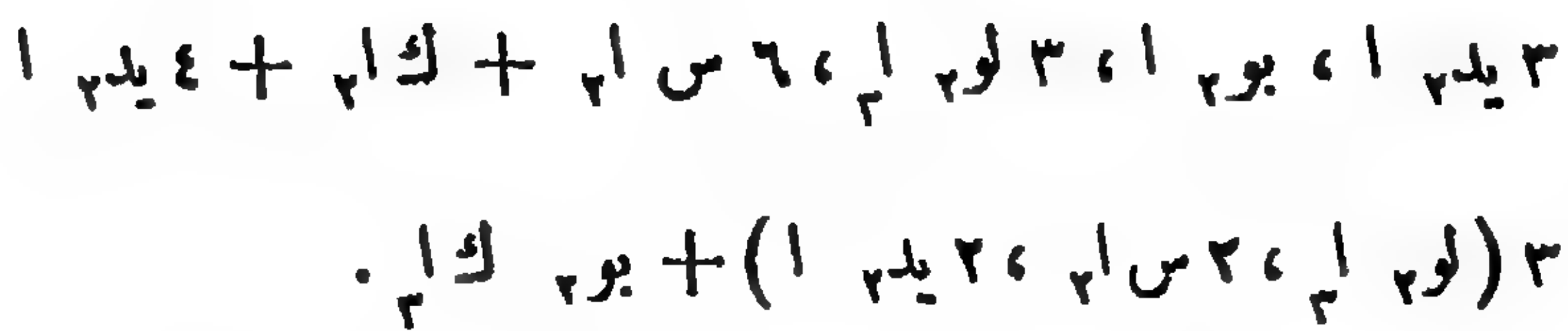
يوجد البيوتيت أو الميكا السوداء في بعض أنواع صخر الجرانيت قائمة اللون ، كما يوجد بين مكونات الصخور المتوسطة والقاعدية. ويتحلل المعدن

(۱) هیوم : جیولوجیة مصر ، ۲ ، ۳۴۵ ، ۱۹۳۵ .

(۲) هیوم : جیولوجیة مصر ، ۲ ، ۵۲۰ ، ۱۹۳۵ .

إلى الكاولين مع نواتج أخرى تختلف باختلاف حموضة الصخر المتحلل المحتوى على المعدن . ولا يتحلل البيوتيت تحللاً جوفياً .

ويتحلل بيوتيت الجرانيت وغيره من الصخور الحامضة بفعل الماء وثانى أكسيد الكربون وأكسجين الهواء إلى معدن السيريسيت مع نواتج أخرى من كربونات البوتاسيوم وبى كربونات الماغنيسيوم ومعدن السديريت (كربونات الحديدوز) والليمونيت والسيليكات . ويمثل التفاعل الآتى عمليات تحلل بيوتيت الصخور النارية الحامضة :



ومن أمثلة تحلل معدن البيوتيت تحلله فى جرانيت « جبل رافت » قرب وادى « قنيدية ^(١) » حيث يظهر فيه تحلل البيوتيت إلى كاولين مختلط بالليمونيت . كما يتضح من دراسة عينة دبوريت « جبل أبو حضيض ^(٢) » تحلل معدن السيريسيت الناتجة من تحلل بيوتيت الصخر إلى الكاولين .

وتتغير نواتج بيوتيت الصخور القاعدية والمتوسطة المنخفضة فى نسبة السيليكات الغنية بالمكونات الحديدية والماغنيسومية إلى معادن الكلوريت والماجيزيت بجانب معدن السيريسيت الناتج الرئيسى من تحلل البيوتيت .

(١) هيوم : جيولوجية مصر ، ٢ ، ٣١٦ ، ١٩٣٥ .

(٢) هيوم : جيولوجية مصر ، ٢ ، ٥٢١ ، ١٩٣٥ .

ومن أمثلة تحلل معدن البيوتيت في هذه الصخور تحلل بيوتيت صخر الديوريت
الميكائى في « جبل أبو حجيلج^(١) » في الصحراء الشرقية الجنوبية حيث يظهر
تكون الكاولين مع معادن الكلوريت والإبيدوت والسربنتين والليمونيت.

نواحي تحلل صخر الجرانيت^(٢) :

يتحلل صخر الجرانيت تحللاً جويًا إلى النواحي الآتية :

١ — لا يتحلل الكوارتز ، وإنما يتحول إلى حبات من الرمل .

٢ — يتحلل الأورثوكليز وغيره من معادن الفلسبار إلى :

(أ) سيليكات الألومنيوم المائية ، مادة الطين .

(ب) مركبات ذائبة من الأملاح القلوية .

(ج) سيليكات ذائبة .

٣ — يتحلل البيوتيت إلى :

(أ) سيليكات الألومنيوم المائية المكونة للطين .

(ب) أملاح قلوية وقلوى أرضية ذائبة .

(ج) ليمونيت وهيماتيت وكربونات حديدوز ، وتتأكسد الأخيرة

بأكسجين الهواء إلى الأكاسيد الأولين .

٤ — لا تتحلل الموسكوفيت وإنما تبقى على هيئة رقائق لامعة في الطين .

(١) هيوم : جيولوجية مصر ، ٢ ، ٥١٩ ، ١٩٣٥ .

(٢) تيريل : مبادئ البترولوجيا ، ١٧٣ — ١٧٤ — ١٩٣٨ .

٥ — لا يتحلل معدن الزركون ويتبقى في الطين على هيئة بلورات
أوحبات .

٦ — يتحلل معدن الأباتيت إلى مواد ذائبة تنتقل مع غيرها من مواد
قابلة للذوبان إلى المناطق المجاورة .

ويتحلل الجرانيت تحللاً جوفياً إلى كاولين مع مجموعة معادن أقلية من
نواتج تفاعل المواد المتطايرة الجوفية . ويتبقى البيوتيت دون تحلل ، وذلك مع
بقايا فلسبار لم يتحلل .

وبين الجدول الآتي^(١) نتائج تحليل صخر من جرانيت قبل^(٢)
وبعد تحلله . كذلك يتضمن الجدول نتائج تحليل صخور بركانية قبل^(٣) وبعد
تحللها . وتوضح بيانات نتائج التحاليل مقادير كل من الزيادة والنقص في
الأكاسيد المكونة للصخور بعد تحللها :

(١) بكمان : العمليات الكيميائية والطبيعية المحيطة بتكوين الكاولينات ، تطورات
جمعية الخزف الأمريكية ، ١٣ ، ٣٤٦ ، ١٩١١ . كوشمان : تحلل الصخور وتكوين الطين ،
١٨٠ ، ١٩٠٦ .

(٢) عينات من جرانيت ولاية جورجيا .

(٣) عينات من الصخور البركانية بجزيرة هاواي .

الأكاسيد	جراثيم	الزيادة أو النقص %	صغور بركانية	الزيادة أو النقص %	قبل التحلل	بعد التحلل
س ^١	٦٨٧٥	٣٠٢٥—	٥٢٤٥	٥٨٢	٤٦٧٣—	
ل ^١	١٧٥٩	—	١١٤٩	١١٤٩	—	
ح ^١	١٤٠	٠١١—	٣٦٦	٤٣٠	٠٦٤+	
ح ^١	—	—	٦٩٠	٠٩١	٥٩٩—	
ط ^١	٠٦٤	٠٥٣—	٥٨١	٠٠٦	٥٧٥—	
ك ^١	٢٢٥	٢٧٤—	١٠٣٢	٠١٠	١٠٢٢—	
ص ^١	٤٥٤	٣٢٥—	٢٤٤	٠٠٨	٢٣٦—	
ب ^١	٣٢٧	١٦٤—	٠٨٩	٠٠٧	٠٨٢—	
ب ^١	٥٦	٦٠٣+	١٠٢	٤٨٧	٣٧٩+	
من ^١	—	—	٠٣٦	٠٠٥	٠٣١—	
ك ^١	—	—	٠٢٠	٠٢٢	٠٠٢+	
ف ^١	—	—	٠٣٨	٠٠٧	٠٣١—	
ق ^١	—	—	٤٠٧	١٣٦	٢٧١—	

تحلل معادن الصخور القاعدية :

تتحلل معادن الصخور القاعدية تحللاً أسرع وأسهل من تحلل معادن الصخور الحامضة . وتتركب نواتج تحلل هذه الصخور من سيليكات ألومنيوم مائية بنسب مختلفة في أكاسيدها عن نسب تلك الأكاسيد في نواتج تحلل الصخور النارية الحامضة ، وقد أطلق على هذه المعادن معادن أشباه الطين . ويسمى الطين الناتج باسم الصخر المتحلل عنه . ومن أمثلة نواتج تحلل الصخور النارية القاعدية الطينة البازلتية الناتجة من تحلل صخر بازلتى « دولوريت » في « نيبانوك » بمنطقة الشلال الثانى بوادى حلفا^(١) .

ويتحلل كل من معدنى المוסكوفيت والسيريسيت عند وجودهما فى صخور نارية قاعدية إلى مواد طينية، وذلك بخلاف ثباتهما ومقاومتهما لعوامل التحلل عند وجودهما بين مكونات الصخور النارية الحامضة . ويبين جدول كلارك مركبات سيليكات الألومنيوم المائية معادن أشباه الطين الناتجة عن تحلل الصخور النارية القاعدية .

تحلل معادن البيروكسين والأمفيبول :

تتحلل معادن المجموعتين تحللاً غير كاويلنى إلى معادن الكلوريت والسربنتين والطلق بفعل الماء .

تحلل معدن الأوليفين :

يتحلل المعدن بفعل الماء وثانى أكسيد الكربون إلى معدنى السربنتين

(١) هيوم : جيولوجية مصر ، ٢ ، ٣١٦ ، ١٩٣٥ .

والماجنيزيت، ومن بين نواتج تحلل المعدن شوائب من مركبات الحديدوز، وقلما يوجد بين النواتج قليل من السيليكا .

عملية الترتة :

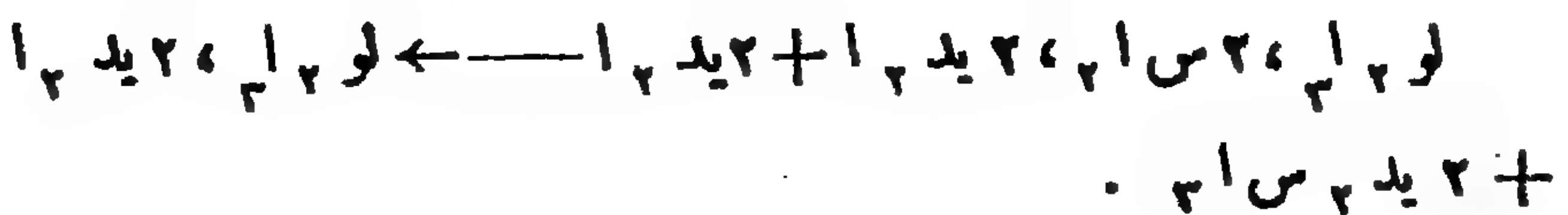
وهي عملية تكوين معدن اللاتيريت . ويتكون المعدن من مخلوط من أكسيد الألومنيوم المائي مع نسب مختلفة من أكسيد الحديد المائي ، ويغلب وجود ثاني أكسيد المنجنيز والتيتانيا والسيليكا بين نواتج التحلل . وتتكون النواتج إما من تحلل الكاولين وإما من تحلل الصخور النارية المحتوية على معادن سيليكات الألومنيوم مثل صخور السيانيت . وعوامل التحلل في العملية هي الماء الفزير والحرارة العالية عند وجود الصخر المتحلل تحت طبقات سميكة من التربة والمزروعات . وتحدث عمليات الترتة في الأقاليم الاستوائية والمدارية التي تتوافر فيها العوامل السابقة .

وذلك كما هو الحال في تكوين رواسب اللاتيريت في جزيرة سيشل وفي ولايتي أركنساس وميسوري بأمريكا، وفي غينيا البريطانية وجزيرة مدغشقر. كذلك توجد تكاوين من اللاتيريت في أيرلندا .

وتتركز في عملية الترتة الألومينا المائية على هيئة خامات من الجيبسيت :

لو_٢ أ_٢ ، ٣ يد_٢ أ_٢ ، والبواكيت : لو_٢ أ_٢ ، ٢ يد_٢ أ_٢ ، والدياسبور :

لو_٢ أ_٢ ، ١ يد_٢ أ_٢ ، مع انفصال حامض الميتاسيليسيك عن وسط التفاعل ، وذلك في تفاعل كالآتي :



وذلك كما حدث في مقاطعة « لي بوا » في فرنسا والتي اشتق منها اسم
خام البواكسيت المشهور .

وبين الجدول الآتي نواتج تسلسل عملية الترتة من تحليل صخر السيانيت
الناري وتكوين البواكسيت من السكاولين ^(١) :

الأكاسيد	نقيليت سيانيت (٢)		كاولين	بواكسيت
	قبل التحلل	بعد التحلل		
س ا ٢	٥٨ر٠٠	٥٢ر٦٤	٣٩ر٨٠	١٠ر٦٤
لو ٢ ا ٣	٢٧ر١٠	٢٩ر٥٦	٣٧ر٧٤	٥٧ر٤٨
ح ا ٢	١ر٨٦	١ر٠٦	١ر٦٠	٢ر٥٦
ح ا	٣ر٣٠	٠ر٨٠	٠ر١٠	٠ر٢٠
ما ا	٠ر٢٥	—	—	—
كا ا	١ر٦٢	—	—	—
ص ا ٢	٦ر٧٠	٤ر٤٦	—	—
بو ا ٢	٠ر٢٥	٠ر٤٤	—	—
لي ا ٢	٠ر٤٠	١ر٢٠	٣ر٣٠	١ر٢٠
يد ا ٢	١ر٢٢	٩ر٠٠	١٧ر٠٠	٢٨ر٣٦
المجموع	١٠٠ر٧٠	٩٩ر١٦	٩٩ر٥٤	١٠٠ر٤٤

(١) ليشوميد : الجيولوجيا المتحولة ، ٣٠ ، ١٩١٥ .

(٢) العينات من ولاية أركنساس .

الباب الثالث

تقسيم الطين وأنواعه

أول من وضع الأسس الصحيحة لتقسيم الطين هو الأستاذ « إدوارد أورتون »^(١) وذلك حسب بقائه في مكان تحليل صخوره الأصلية أو انتقاله إلى أماكن أخرى . ولو أن ذلك التقسيم يفرق بين الطين المتبقى والطين المنقول وما يتبع ذلك من خواص طبيعية وميكانيكية، إلا أنه لم يدخل في الاعتبار عامل أصل تكوين الطين وتركيبه الكيميائي ، مما ترتب عليه أن ضمن أورتون القسم الأول من الطين المتبقى أنواعاً من الصخور لم يتم كونهما وما زالت تحتوي على نسب عالية من الفلسبار ومعادن الصخر الأصلي، وهي لا تشترك مع نوع الطين المتبقى إلا في ناحية عدم انتقالها وتختلف عنه فيما عدا ذلك ، كذلك ضمن أورتون هذا القسم مواد أشباه الطين المختلفة عن الطين المتبقى في كل من أصل التكوين والتركيب الكيميائي، فضلاً عن أن الكثير منها منقول من مكان تحليل صخوره الأصلية، الأمر الذي يتناقض مع أسس التقسيم المتبع . لذلك

(١) خريطة تقسيم الرواسب الطينية وعلاقتها بعضها ببعض ، إدوارد أورتون « الصغير »
أستاذ قسم الحرف بجامعة أوهايو بأمريكا .

وجدنا عند تقسيم الطين أن نلاحظ في الاعتبار عاملين أصل التكوين والتركيب الكيميائي مع عامل الانتقال أو التبقى حتى يجمع أنواع كل قسم صفات مشتركة موحدة ، وترتب على ذلك فصل الصخور ذات الكولنة الجزئية في قسم خاص بها ، وكذلك أشباه الطين في قسم آخر مستقل بها ، وأصبحت أقسام الطين الرئيسية هي :

(١) الصخور ذات الكولنة الجزئية .

(٢) الكاولينات ^(١) ، وقد كانت تسمى بالطين الأولى أو الطين المتبقى .

(٣) الطينات ، وهي المواد ذات الخاصة الطينية ، وكانت تسمى بالطين الثانوي أو المنقول .

(٤) أشباه الطين .

الصخور ذات الكولنة الجزئية :

وهي نواتج تحلل غير كامل لصخور نارية حامضة ، توجد على هيئة هشيم ناعم أو خشن الفتات في مكان تكوينا محفظة بكثير من صفات صخرها الأصلي .

وتحتوى هذه المواد على نسبة عالية من الأملاح القلوية مع انخفاض نسبة الماء المرتبط بها ، كما تحتوى على كميات كبيرة من فتات معادن الصخر الأصلي من فلبسبار وكوارتز .

(١) استعمل « إيرنت روزنتال » مصطلح الكاولين للدلالة على ما كان يطلق عليه اسم الطين الأولى. وذلك كما جاء في كتابه « الفخار والحرف » ص ١٧ ، ١٩٥٤ . ومصطلح الكاولين أدق وأوفق في تحديد المعنى كما سيتبين من دراستنا لمواد القسم .

وبنية هذه المواد زجاجية هشة سهلة الطحن ، عديمة اللازمية أو ما زالت
في مرحلة اكتسابها . وهي مواد ذات لون فاتح بعد حريقها ، ولها خواص
حرارية متوسطة أو منخفضة تبعاً لنسبة ما بها من قلويات .

وتحتوي هذه الصخور على نسب متفاوتة من الكاولين يمكن استخلاصه
عنها إذا كانت نسبته فيها مجزية ، وذلك بفرزه عنها بإحدى طرق الغسيل
أو التنقية .

وأكثر ما تستعمل فيه هذه المواد في صناعة المنتجات الخزفية البيضاء .
وفي إنتاج مواد البناء الخزفية ، على أن الاستعمال الرئيس لها هو كمساعدات
صهر في خلطات عجائن الطين وخاصة في الأنواع المنخفضة في نسبة الكاولين .

وتوجد تكوينات هذه الصخور منتشرة في مناطق كثيرة حيث تتعرض
الصخور النارية الحامضة في المنطقة لعوامل التفتت الميكانيكي والتأثير الجزئي
للماء والهواء ، كذلك توجد في الصخور كنواجم تحلل جوفي غير كامل للصخور
النارية الحامضة . وتوجد هذه الصخور بكثرة في صحراوات الجمهورية حيث
تكسو سلاسل الجبال الجرانيتية على هيئة جرانيت متحلل . كما توجد في إقليم
كورنويل في إنجلترا نتيجة تحلل قلسبار صخر الجرانيت تحللاً جزئياً . كذلك
توجد في ولاية جورجيا نتيجة للتحلل الجزئي لقلسبار صخر الريوليت ، ويوجد
منها في تايلور في ولاية واشنطن ، ويستعمل الأمريكيون الصخر في صناعة
طوب الوجهات الفاتح اللون . ومن أشهر أنواع هذه الصخور كثيرة
الاستعمال في الصناعات الخزفية حجر الكورنيش من كورنويل واسبار
أكفورد واسبار بكنجام واسبار جوود فراي من إنجلترا والحجر الياباني من

. اليابان . وقد سبق الكلام عنها في موضوع الصخور الفلسبارية في الباب الأول من الكتاب .

الكاولينات :

الكاولينات هي نواتج التحلل النهائية لعمليات كوكبة معادن فلسبار الصخور النارية الحامضة ، والمتبقية في مكان تكويناها على هيئة رسوبيات غير منتظمة من الطين .

وتتعدم أو تكاد تتعدم القلويات في الكاولينات ، كما أنها تكاد تكون خالية من الشوائب فيما عدا القليل من حبات الكوارتز وآثار من فلسبار قاوم فعل التحلل ، كما تحتوي على الفضيل من بعض فئات من رقائق الميكا البيضاء ، وقطما تحتوي الكاولينات على الحديد الذي يكون عند وجوده كآثار فقط . كما قد تحتوي بعض الكاولينات على حبات أو بلورات من الزركون والروتين أو معادن المواد المتطايرة في الكاولينات المتحللة جوفيا .

والكاولينات مواد بيضاء أو مصفرة ، خشنة الجسيمات نسبيا ، منخفضة اللازمية ذات قابلية تشكيل ضعيفة . والكاولينات خواص حرارية عالية ، فهي صعبة الانصهار إذ تتراوح درجات انصهارها بين ١٤٠٠ - ١٨٥٠ °م وهي على ذلك لا تنصهر في طب البورى . والكاولينات معامل انكماش حرارى صغير جداً يبلغ ٣١٦.٠٠٠.٠ ر. من المليمتر . ويعطى الكاولين لونا أبيض بعد حريقه ، ويفقد ماء ارتباطه دون أن يتغير تركيبه الكيميائى . وتقاوم الكاولينات فعل الكيماويات . وأهم أنواع الكاولينات هي :

حجر الكاولين :

وهو الكاولين العادى ، ويتكون من مادة رخوة بيضاء أو مصفرة ، سهلة التفتت يتكون من مادة ثنائى سيليكات الألومنيوم المائية على هيئة الكاولين المتبلور وغير المتبلور مع الشوائب العادية التى توجد مختلطة بالكاولينات عادة والتى سبق ذكرها .

ولازية الكاولين منخفضة . وهو ذو ملمس دهنى ضعيف ، له رائحة طينية عند عجنه بالماء . وللكاولين خواص حرارية عالية فهو ينصهر فى درجة حرارة مخروط (٣٤) أى ما يساوى ١٧٦٠°م . وتنصهر الأنواع النقية منه فى درجة حرارة مخروط (٣٥) أى ما يساوى ١٧٨٠°م . وينصهر الكاولين إلى مائع منخفض اللزوجة . ويقاوم فعل الأحماض والقلويات ولا يتغير تركيبه عند تسخينه إلى درجة حرارة ٨٥٠°م التى عندها يبدأ فى التحول إلى معدن الموليت . ولا يذوب الكاولين فى الماء ولكنه يرتبط جزيئه بجزء من الماء ارتباطا ميكانيكيا مكونا مادة لازبة ، وهو فى ذلك أقل أنواع الطين فى قابليته للارتباط بالماء وأقلها لازبية .

وتختلف مكونات الكاولين الإضافية، وكذلك نتائج تحليله الكيميائى .

وليس للتركيب الكيميائى أهمية تذكر كأهمية الخواص الميكانيكية والطبيعية الأخرى من وجهة صناعة الخزف التى تهتم بنوع ومقدار الشوائب الضارة التى قد توجد فيه .

وتوجد تكوينات الكاولين في مناطق أشهرها بلاد الصين ^(١) وإنجلترا، وأشهر مناجمها في أوربا ما يوجد قرب «تستلتز» بتشيكوسلوفاكيا حيث يعرف بالكاولين البوهيمي وهو أنقى أنواع الكاولين في العالم وأشدّها لازية وأنصعها بياضا بعد الحريق، وتكتسب مشغولاته متانة وصلادة عند التجفيف وبعد التسوية. كما توجد رواسب الكاولين في فرنسا قرب «ليموج» وكاولينها على درجة كبيرة من النقاء والجودة، كذلك يوجد الكاولين في مقاطعة «بريتاني». وفي منطقة الجبال الجرانيتية «باليرنيز» بفرنسا. ويوجد في ألمانيا الشرقية النوع المعروف باسم «ساكسون» في إقليم «ساكسونيا» ويناسب هذا الكاولين صناعة أجود أنواع الصينى، كذلك يوجد قرب «ميسين» و«هوليه» و«كل نوع من الكاولينات السابقة منتجاته المعروفة باسم منطقته، وتمتلك روسيا رواسب كبيرة من الكاولين الصالح للصناعة وخاصة في جمهورية أوكرانيا. وتوجد رواسب من الكاولين الجيد النقي في الولايات المتحدة الأمريكية في ولايات «كولينا الشمالية» و«جورجيا» و«واشنطن» و«ألاباما» وشمال غرب «ايداهو». ويوجد الكاولين في شبه جزيرة سيناء في وادي بدعة ووادي بودة ووادي نقشي ووادي عجاج وقرب أبو زينة وفي موارد القدر وجبل سبع سلامة — ومن أنواعه كاولين السباع بالنسبة إلى مكتشفه. ويحتوى الكاولين بسيناء على تيتانيا على هيئة معدن الإلمانيت منفردة، وهذه تسبب قتامة لون مشغولاته.

(١) يبدو أن اشتقاق الاسم «كاولين» يرجع إلى اسم جبل في بلاد الصين «يسى (كاو — لنج) أى الجرف المرتفع، ويقع قريبا من «جاو — كاو — فو» ويعتقد أنه أول مكان وجدت فيه المادة.

والكاولين من النوع الجيد في كثير من مناطق ، وتحتاج الأنواع التي هي أقل جودة إلى عمليات تنقية وسحق رطب لفصل الخشن منه وتنعيمه ، ويحتوي كاولين سيناء على نسب متفاوتة من الحديد ، وهو يوجد على هيئة عروق في أماكن مختلفة من شبه الجزيرة .

ويستعمل الكاولين في صناعة البورسيلان والمنتجات الخزفية البيضاء وفي صناعة التريعات والأدوات الصحية ، كما يصلح الكاولين في صناعة الحرارية التي تسخن إلى درجة حرارة مخروط (٣٤) أي ما يساوي ١٧٦٠° م . ويستعمل الكاولين في غير المنتجات الخزفية في ملء الأوراق وفي موسعات الدهان .

الطين الصيني :

أو الكاولين الإنجليزي ، وهو الاسم التجاري للكاولين المجهز من حجر كورنول ، وكان يستورد في أول أمره من بلاد الصين . ويمكن تجهيز الطين الصيني من أي كاولين طبيعي آخر .

والطين الصيني مسحوق أبيض غير متبلور شديد النعومة ، وهو في جملته يشبه الكاولين في صفاته ويمتاز عنه بالنقاء وارتفاع درجة الانصهار فقط .

ويستعمل الطين الصيني في الأغراض التي يستعمل فيها الكاولين .

الكاولين السيليسي :

وهو كاولين يحتوي على نسبة عالية من السيليكا المنفردة (كوارتز) قد تصل إلى ٣٠٪ أو أكثر ، وتوجد السيليكا فيه على هيئة مسحوق شديد

النعومة يصعب فصلها في عمليات التنقية . والكاولين السيليسي أقل جودة ولازمية وخواص حرارية من الكاولين، وله بنية حبيبية، ومن أنواعه المستخدمة في صناعة الطوب الحراري ما يتكون من :

٧٥ر٧ ٪ سيليكات	١٤ر٠ ٪ جير
٢٠ر٢ ٪ ألومينا	١٣ر٠ ٪ ماغنيسيا
١٠ر١ ٪ أكسيد حديدك	٧٦ر١ ٪ بوتاسا
	٨٢ر٠ ٪ صودا

وينصهر في درجة حرارة مخروط ٣٢٠ . ويستعمل كمادة إضافية مع بعض الطينات، كالطينات الكروية في صناعة البورسيلان والفخار وبعض الحرارية.

الطينات :

تتكون الطينات بصفة أساسية من معادن سيليكات الألومنيوم النائية غير المتبلورة ، تنبت من تحول الكاولينات عند انتقالها من أماكن تحلل صخورها بعوامل النقل من ماء أو رياح أو ثلوج إلى أماكن قريبة أو بعيدة عن أماكن تكوينها . وتنعم الكاولينات في أثناء انتقالها وتكتسب خواصا من اللازمية العالية وقابلية التشكيل لتعرضها لعوامل الاحتكاك والاصطدام والسحق وما يلحق بها من بعض الغرويات الحافظة من مستحلبات الدبال المضوى عند مرورها وملاستها لمناطق زراعية ، مع ما يختلط بها من مواد قلوية . وترسب الطينات عند نقلها بالماء على هيئة طبقات مستوية يتخللها بعض طبقات من الرمال أو الصخور الجيرية . أما الطينات المنقولة بعوامل الرياح والثلوج فلا تتخذ نظاما طبقيًا مستويا عند رسوبها . وتتكون الطينات المنقولة

بأرياح من بنية دقيقة متجانسة ، أما الطينات التي ترسبها الثلجات فتتكون من ركامات مليئة بالأخلاط الأرضية غير المتجانسة لا في التركيب ولا في الأجام .

وكثيراً ما يعلق في بالطينات في أثناء مرورها على صخور تخالفها أخلاط أرضية من هشيم تلك الصخور أو محاليل تحتوى على أملاح ذائبة في مياه النقل كالجبس وغيره من شوائب . وليس من الضروري أن يكون مصدر تلك الشوائب كلها الطريق الذي مرت فيه الطينات، فقد تكون تلك الشوائب مصاحبة لها من أماكن تحلل الصخر الناري الأصلي . وعلى العكس من ذلك فقد تفيد عملية النقل في تخلص الطينة من شوائبها كما هو الحال في فعل الرياح أو ما تلاقية الطينة من عمليات الفسيل بواسطة مياه غزيرة . ومن ذلك يتبين أن لكل طينة ظروفها المفيدة أو الضارة التي أحاطت بتكوينها ونقلها .

والطينات كتل رخوة أو متماسكة ذات ألوان تتراوح بين الأبيض والقاتم ومنها ما يكون أسود ، ذات ملمس دهني واضح ؛ تكون مواد لازبة عند عجنها بالماء ، وللطينات المبتلة رائحة قوية مميزة لها ، وهي تلزق باللسان عند تذوقها . وتحتوى الطينات على مواد غريبة في العادة، وذلك ما لم تمر على مناطق متماسكة الصخور غير مفتتة السطح. أو تكون قد مرت على مناطق من نفس تركيب الطينة المنقولة ولم يخالطها شوائب من البداية . وقد جرت العادة عند تجهيز الطينات ذات الحبات الخشنة أن تنعم بطحنها طحناً رطبادون فصل الخشن عنها . ويختلف نقاء الطينات الطبيعية، فمنها ما يكون على درجات عالية من النقاء يصل في بعضها إلى ٩٩٪ كما هو الحال في طينات جورجيا، ومنها

ما هو منخفض النقاء لا تتجاوز نسبة المواد النقية فيها ٢٥٪ وذلك كما في
رواسب فلوريد الطينية .

وتتفاوت الطينات في خواصها الحرارية تبعاً لنقاؤها ومقدار ونوع ما
تحتويه من مساعدات صهر ، ولكنها لا تصل في خواصها الحرارية درجة
الكاولينات على أية حال من الأحوال . وتنصهر أجود أنواع الطينات في
درجة حرارة مخروط (٣١) أى ما يساوى ١٧٠٠°م. وتدرج الطينات من حيث
خواصها الحرارية إلى ثلاثة درجات رئيسية ، هي :

(١) طينات عالية الخواص الحرارية ،

(٢) طينات متوسطة الخواص الحرارية ،

(٣) طينات سهلة الانصهار ،

الطينات ذات الخواص العالية :

وهذه طينات تبدأ لينها في درجة حرارة مخروط (٣١) . وأنواع هذه
الطينات هي :

الطينة البيضاء : وهي أنقى وأرقى أنواع الطينات . وتتكون من
جسيمات دقيقة ومواد نقية ذات لون أبيض ناعمة اللمس عالية اللازبية تكاد
تصل نسبة الألومينا بها إلى المعدل في معادن الطين الكاولينية ، وهي خالية
من الحديد لونها أبيض بعد الحريق ، وذلك مثل طينة جورجيا .

وتستعمل الطينة البيضاء في عمل عجائن الفخار الأبيض الراقى والذي
تسمى منتجانه أحيانا باسم الصينى المعتم . كذلك تضاف الطينة إلى مكونات

عجائن الصينى الشفاف لترفع من لزوجيتها . وتتحمل مشغولاتها درجات حرارة تصل إلى ١٧٠٠°م .

الطينة اللازقة : أو طينة كروية ، وتتميز هذه الطينة بشدة اللازقية والتماسك وقوة الالتصاق مما يكسبها الشكل الكروي المسماة باسمه . ولون الطينة رمادى . قاتم أو أسود لاختلاطها بالمواد النباتية المنتشرة فى البحيرات الضحلة والمستنقعات التى ترسبت فيها ، ولون الطينة بعد الحريق أبيض أو كريم باهت ، والطينة على درجة عالية من النعومة والملمس . وتمتص ماء غزيرا عند عجنها به وتكتسب الطينة بنية زجاجية صماء كثيفة عند تسخينها فى درجات حرارة منخفضة نسبيا ، وذلك فى درجات حرارة مخروطى (٨) و (٦) أى ما يساوى ٩٤٠ — ٩٨٠°م . ويستمر جسم الطينة محتفظاً بينته هذه فى درجات الحرارة العالية دون انتفاخ أو تكوين مسام أنبوية ، إلا أن معامل انكماشها عال .

وتستعمل الطينة اللازقة فى صناعة الطوب الحرارى ، وفى تكوين مواد أسمنتية حرارية يخلطها بالرمل النقي ، وتستعمل تلك المواد الأسمنتية فى لصق وحدات الأجسام الحرارية البيضاء .

وتوجد أجود أنواع الطينة اللازقة فى إنجلترا فى مقاطعة «ديفونشير» على هيئة طبقات منتظمة على درجة عالية من النقاء ، كما توجد أحيانا منطاة أو مختلطة بفحم الليجنيت . وتصدر الطينة اللازقة من إنجلترا إلى جميع أنحاء العالم المستعمل لها . كذلك توجد أنواع من الطينة أقل جودة فى ولايات « كاليفورنيا » و « تنيسى » والجنوب الغربى من « كنتوكى » . وتوجد أنواع من الطينة اللازقة فى « فيلدشتين » بتشيكوسلوفاكيا ، وفى إيطاليا وسيليزيا

وآسيا الصغرى . كذلك توجد أنواع من طينات أسوان البيضاء ذات خواص تشبه خواص الطينات اللازمة .

وتجهز بعض أنواع الطينات اللازمة من فرز الطين الصينى ، ولتلك الأنواع المجهزة خواص حرارية أعلى من خواص الأنواع الطبيعية ، كما أنها أقل منها فى معامل الانكماش .

الطين الحرارى :

وهو كاولين تصل فيه نسبة الحديد إلى ٢ ٪ من نسبة الكوارتز ، ولكنه خال من القلويات ومساعدات الصهر الأخرى .

ويمتاز الكاولين الحرارى فوق تحمله لدراجات حرارة تصل إلى ١٧٠٠°م بمقاومته للتغيرات الحرارية المفاجئة ، ويرجع ذلك إلى صغر معامل انكماشه المتناهى ، كما يمتاز بمتانته وعدم تفتته عند تعرضه لعمليات التسخين والتبريد المتكررة .

والكاولين الحرارى نوعان ، هما :

(١) النوع السيليسى وهو كاولين حرارى يحتوى على نسب مختلفة النعومة من السيليكات المنفردة .

(٢) النوع الألومنيومى وترتفع فيه نسبة الألومينا عن المعدل فى معدن الكاولين . ولهذا النوع خواص حرارية أعلى من خواص النوع السيليسى .
وبين الجدول الآتى الفرق بين نواتج تحليل نوعى الكاولين الحرارى :

الأوكاسيد	كاولين حرارى (١)	سليسى (٢)	كاولين حرارى (٣)	انومنيومى (٤)
س ^١	٦١ر٣٣	٧٠ر٠٤	٤٢ر٠٠	٤٦ر٩٠
لو ^١ ٢	٢٤ر٦٩	١٨ر٥٠	٣٨ر٩٦	٣٦ر٤٠
كا ^١	٠ر٢٥	٠ر٧٥	١ر٠٦	—
ح ^١ ٢	٢ر٢٠	٠ر٧٥	٠ر٨٥	—
ما ^١	١ر٢٨	—	٠ر١٧	١ر٠٠
مواد متطايرة	١٠ر٢٥	٩ر٩٦	١٦ر٩٦	١٤ر٨٠

والكاولين الحرارى ذولون أبيض مشوب ، ويغلب فيه اللون الرمادى كما يتلون أحيانا بألوان خفيفة باهتة أخرى . ويقاوم الكاولين الحرارى فعل الكيمياويات .

ويوجد الكاولين الحرارى فى إنجلترا واسكتلندة ، كما يوجد فى ألمانيا الغربية وغيرها .

ويعد الكاولين الحرارى من أجود مواد صناعة طوب الأفران وبوادر الصهر وأدوات الرص ، كما تصنع منه مواسير المداخن وبطانات غرف الغازات ودواليب الأبنجرة الأكلية ، والأوعية الكيميائية .

كاولينات أخرى :

ومن أنواع الكاولينات الأخرى الكاولين الزلطى والكاولين الطفى ، وهذه كاولينات متماسكة أقل فى لازيتها من الكاولينات الرخوة السابقة .

الطينة الزلطية الحرارية : وهذه طينة متماسكة كثيفة البنية ذات شكل زلطى ، تنخفض نسبة السيليكات فيها عن المعدل . والطينة

ذات مكسر محارى منخفضة فى لازيتها ولكنها تكتسب لازية عالية عند طحنها تحت الماء فى طواحين البلى أو بين كفتى الرحى . وتشبه هذه الطينة الطينة الكروية فى المكونات واللون والخواص الحرارية ومعامل الانكماش، إلا أنها أقل تماسكا من الطينة الكروية مما يسبب لجسمها تشققاً ضاراً عند تسويتها . ولون الطينة قمحى بعد الحريق . ومن أنواع الطينة الزلطية الحرارية ما يحتوى على نسبة أعلى من المعدل من الألومينا وذلك يقربها من معدن اللاتيريت . وتستعمل الطينة فى صناعة الحرايات العادية .

وتوجد الطينة الزلطية الحرارية فى « أوليف هيل » متداخلة مع نوع آخر من الطينات الحرارية اللازبة ، كما توجد فى جيوب الصخور الجيرية بولاية « ميسورى » وفى « كامارام » بولاية « واشنطن » حيث توجد فى طبقات متداخلة مع طبقات طنل ذو لون أحمر داكن وطبقات من مواد فحمية وصخور رملية .

الطينة الرابطة الحرارية : وهى طينة لاصقة متماسكة ، تتحول إلى جسم زجاجى البنية ذى لون قمحى قائم بعد الحريق . وتستخدم الطينة كمادة أسمنتية للمشغولات الزجاجية وفى صناعة بواشق الصهر .

وتوجد الطينة الرابطة الحرارية فى « جروس اليرود » و « كلينجنبرج » فى ألمانيا كما توجد فى إنجلترا . وكانت تستوردها أمريكا حتى استبدلت بها فى كثير من الأوقات خلطات من طينات « كنتوكى » وجنوب « الينوى » و « أركنساس » و « ميسورى » .

مواد حرارية ألومينية : وهى مواد طينية ترتفع فيها نسبة الألومينا إلى

٣٩٨/ مما يجعلها قريبة الشبه والخواص من معدني البواكسيت والدياسبور .
وتوجد هذه المواد في « أركنساس » و « جورجيا » و « غينا البريطانية »
وفرنسا والهند وإيرلندا . وتستعمل هذه المواد الحرارية الألومينية مع الأنواع
غير النقية من خامات الألومنيوم في مناطق وجودها في صناعة المنتجات
الحرارية للأفران الكهربائية مثل أوعية وأدوات الأندم ، كما تستعمل في
صناعة مسحوق الكورند المتبلور كمواد حرارية ومواد الجلسخ . ويستعمل
الدياسبور أحد هذه المواد كمادة حرارية ممتازة في صناعة الطوب الحراري
الأعلى في خواصه الحرارية من الطوب الحراري العادي .

الطينات ذات الخواص الحرارية المتوسطة :

تزداد نسبة مساعدات الصهر في هذه الطينات عن نسب وجودها في
الطينات ذات الخواص الحرارية العالية . وتبلغ درجة حرارة لينها درجات
حرارة مخروط (١٩) أي ما يساوي ١٥٠٠°م . وتكون هذه الطينات أجساما
ذات بنية زجاجية عند تسويتها في درجات حرارة بين ١٢٠٠ — ١٣٥٠°م .
ويتراوح لون الطينات بعد حريقها بين الأحمر والبني والأسود ، ويلاحظ أن
اللون يقيم في درجات الحريق المنخفضة . وتحتوي تلك الطينات على شوائب
من أكسيد الحديد الذي يرجع إليه سبب لون الطينة بعد حريقها ، كذلك
تحتوي على كثير من الكوارتز والفلسبار والميكا مع قليل من الجير والمغنيسيا .

ويغلب استعمال الطينات المتوسطة في خواصها الحرارية في صناعة طوب
البناء قمعى اللون، وفي التريعات فاتحة اللون، وفي منتجات الفخار الأحمر، وفي
الأنواع المختلفة من الفخار والخزف الزلطي ، كما تصنع منها القدور صفراء
اللون وبعض قطع الخزف الفني .

وتوجد هذه الطينات على هيئة طبقات منتظمة شاسعة الامتداد أوفى شكل عدسات محدودة الاتساع ، كذلك توجد داخل جيوب وكهوف الصخور الأخرى على هيئة رواسب رخوة لم تتعرض لأى ضغط أو عوامل إحداث التماسك ، كذلك توجد على هيئة طفل شديد التماسك فى حالات أخرى . وأهم أنواع الطينات ذات الخواص الحرارية المتوسطة هى :

الطينة الحديدية متوسطة الانصهار : وهى طينة تحتوى على ٤ — ٧٪ أكسيد حديدك وتمتاز الطينة بشدة تماسكها ونعومة ملمسها وارتفاع لازبيتها وصعوبة انصهارها عن باقى أنواع الطينات ذات الخواص الحرارية المتوسطة . وقد تحتوى الطينة الحديدية على نسب صغيرة من كربونات الكالسيوم وآثار من القلويات وغيرها من الشوائب . وتنخفض خواص الطينة الحرارية بارتفاع نسبة الحديد فيها . ويغلب وجود الطينة على هيئة حجر طينى متماسك . وتتراوح ألوان الطينات الحديدية بين الأصفر والأحمر والأخضر أكثرها انتشاراً .

وتستعمل الطينات الحديدية كمواد أساسية فى عجائن مشغولات الخزف الزلظى العادى والأوعية الكيميائية . وتضاف الطينة الحديدية إلى الطينات الجيرية فى عجائن منتجات الفخار الأحمر القابل للتزجيج ، وذلك لتكسب سطح المشغول نعومة وارتفاع من خواصه الحرارية .

وتوجد طينات حديدية فى شرق ولاية واشنطن وقرب « نوكسك » بالولاية ، كذلك توجد هذه الطينات قرب بورتلاند بإنجلترا . والطين الأسوانى أو الأسوانلى فى الجمهورية طينة حديدية ، توجد على هيئة رواسب داخل كهوف صخور المنطقة فى جنوب وغرب أسوان وبحرى وقبلى أبو الرشن وفى أميركاب ونجع حجاب ووادى الحيطه وسكة العرض ووادى أبو عجاج . والطين

الأسوانى هو الطينة المحلية الصالحة لصناعة الفخار . ومن الطين الأسوانى ما هو مفروز وتقل فيه نسبة الحديد كثيراً عن الأنواع العامة ويعطى لون الكرم عند حريقه : وتسوى مشغولات الطين المفروز فى درجة حرارة ١١٥٠° م ، وهى فى ذلك أعلى من درجات تسوية مشغولات الأنواع العامة بنحو مائة درجة مئوية .

الطينات سهلة الانصهار :

وهى طينات رخوة فى الغالب ، ذات ألوان قائمة بعد الحريق ، سهلة الانصهار ، ولا يصح تسوية مشغولاتها فوق درجة حرارة مخروط (٥) أى مايساوى ١٠٠٠° م حتى لا يفقد المشغول شكله إذا سخن فوق هذه الدرجة من الحرارة . وتحتوى هذه الطينات على كميات كبيرة من مساعدات الصهر القوية من قلويات ومواد جيرية .

وتنحصر الاستعمالات الرئيسية لهذه الطينات فى صناعة الطوب العادى والمشغولات الخزفية الشعبية . وكثيراً ما تملط بمواد طينية ذات خواص حرارية عالية أو متوسطة لرفع خواصها الحرارية . وتتنوع هذه الطينات بتنوع ما بها من مساعدات صهر ، كما قد تحتوى الطينة الواحدة على عدة مساعدات صهر ومن أنواع هذه الطينات .

الطينة السيليسية : وهى طينة صفراء تحتوى على رقائق من الكوارتز

بنسب قد تصل إلى ٥٠ ٪ من وزن الطينة . وقد ترتفع نسبة الكوارتز عن ذلك وعندئذ تصير المادة من أحد الصخور السيليسية . وتلون الطينة بلون قاتم فى العادة عند حريقها .

وتصالح الطينات السيليسية في صناعة المواسير غير المتزججة كالبرامخ ، كما يستعمل بعض أنواعها في أعمال صب مصهور الفلزات، وذلك مثل النوع المسمى باسم طينة السباكة ، ومنها ما يستعمل بدلا من السكوارتز في عجائن الفخار العادي ، وذلك كما في بعض أنواع طينة أسوان .

وأكثر ما توجد الطينات السيليسية في ولايات وسط غرب الولايات المتحدة الأمريكية ، كما توجد في منحدرات جبال «كاسادو» على ساحل المحيط الأطلسي في ولايتي «واشنطن» و «أوريغون» .

الطينة الجيرية : وهي طينة ضعيفة التماسك خشنة الملمس ذات لون يتراوح بين الأصفر والأصفر. وتحتوى الطينات الجيرية على مركبات الكالسيوم كالصخور الجيرية والجبس مع نسب متفاوتة من أكسيد الحديد . والطينات الجيرية متوسطة اللازمية منخفضة في خواصها الحرارية عن جميع أنواع الطينات الأخرى، فتتحول إلى جسم زجاجي في درجة حرارة مخروط (٥) أى ١٠٠٠°م. ويتم صهرها في درجة حرارة مخروط (٧) أى ما يقرب من ١٢٥٠°م. وهي على ذلك ذات مسافة حرارية قصيرة بين درجة حرارة تزجيجها ودرجة حرارة انصهارها ، ولا يصح تسوية مشغولاتها في درجات حرارة تزيد على درجة حرارة مخروط (٩) أى ما يساوى ٩٢٠°م .

وأغلب ما تستعمل فيه الطينات الجيرية صناعة الطوب العادي ، وأنواع الفخاريات الرخيصة ومشغولات الفخار الأحمر . ولا تصلح الطينات الجيرية في صناعة مشغولات الخزف الزلطي . ولا تزجج بنية مشغولات تلك الطينات لقصر مسافتها الحرارية بين درجة الانصهار ودرجة التزجج . ولا تطلى أسطح مشغولات الطينة بطبقات تزجيج في العادة . وتستعمل خلطات تزجيج رصاصية

سهلة الانصاف عند ما يراد تغطية المشغولات بطبقات التزجيج . ولا تستعمل الطينات الجيرية المحتوية على كربونات كالسيوم بنسبة تزيد على ٥ ٪ كما لا يستعمل ما يحتوى منها على مقادير محسوسة من الجبس فى صناعة مشغولات الخزف الطينى ، وإنما يقتصر استعمال مثل هذه الطينات فى صناعة الأسمنت ، كما هو الحال فى طينة طرة .

ومن أنواع الطينات الجيرية ما ترتفع فيه نسبة الحديد، وذلك مثل طين الأرميل المشهور ويسبب وجود الحديد فى الطينة رفع خواصها الحرارية عن باقى أنواع الطينات الجيرية . وتسوى مشغولات طين الأرميل فى درجات حرارة لا تزيد على ٩٠٠ م. وللطين لون أحمر فينيسى جميل، لذلك فهى كثيرة الاستعمال فى أعمال البطانة فى مشغولات الخزف الفنى . ويوجد طين الأرميل كرواسب غير منتظمة متخللة صخور الجبل الأحمر بالعباسية شرق القاهرة .

ومن أنواع الطينات الجيرية المصرية الطين التبينى وتوجد طينته على هيئة رواسب رخوة صفراء فى قرية التبين مركز الصف بمحافظة الجيزة . وتستعمل الطينة فى صناعة الفخاريات الرخيصة من جرار ريفية وأمثالها ، كما تضاف إلى عجائن الفخار الأحمر القابل للتزجيج لترفع من صلادة وتماسك المشغولات ولتكسبها خاصية الرنين، كما تساعد على ربط طبقات التزجيج بسطح الجسم . والطين التبينى مكون أسامى فى عجائن القللى وأصص الزرع يعمل على إحداث اللازبية فى تلك العجائن .

وتسوى مشغولات الطين التبينى فى درجات حرارة لا تزيد على ٨٥٠ م. كذلك تعتبر طينة المقطم أو طفل المقطم من الطين الجيرى إلا أن له من خواص

ميكانيكية كشدة لازيته ما تجعله غير صالح للتشكيل وحده ، وهو في ذلك يقرب في خواصه من خواص البنتونيت ، لذلك فهو يستعمل محليا فيما يستعمل فيه البنتونيت .

الطينة القلوية :

وهي طينة تحتوي على نسب تتراوح بين ٢-٥٪ من القلويات من أملاح الصوديوم والبوتاسيوم بجانب نسب صغيرة من أكسيد الحديد قد تصل في بعض الأنواع إلى ٥٪ والطينات القلوية سهلة الانصهار ، ذات لون رمادي في الغالب ، كما يوجد منها ما هو أحمر أو بني . وتعد الطينات القلوية من المكونات الأساسية لمجائن مشغولات الخزف الزلطي القابل للتزجيج بطريقة التليح أو التذهيب .

ومن الصخور الطينية القلوية المصرية طفل أو طفال إسنا ، وتوجد في طبقات سمكية يتراوح سمكها بين ٥٠-٦٠ متراً تابعة لعصر المسترخيان تظهر على سطح الأرض قرب إسنا بين جرجا وأدفو، ويحتوي الطفل على أملاح قلوية من تترات الصوديوم وكوريد الصوديوم وكبريتات الصوديوم ، وكذلك كبريتات الكالسيوم والمغنيسيوم بنسب تتراوح بين ٤-١٠٪ في الطبقات السفلى وتصل إلى نحو ٢١٪^(١) في الطبقات السطحية ، وذلك بنسبة متوسطة لتترات الصوديوم تبلغ ٦٧٪^(٢) . وتبلغ نسب الأملاح الذائبة الموجودة في الطفل^(٣) :

(١) هوفز ، هيوم : جيولوجية مصر ، ١ ، ٢٠٦ ، ١٩٢٥ .

(٢) ماك دويل ، هيوم : جيولوجية مصر ، ١ ، ٢٠٦ ، ١٩٢٥ .

(٣) الأستاذ ويندام دنستان ، هيوم : جيولوجية مصر ، ١ ، ٢٠٧ ، ١٩٢٥ .

ص ن ا	٤٣٧٣ ر /
ص كل	٣٢١٦ ر /
ص ك ب ا	١٦٨٦ ر /
ك ك ب ا	٦٧٤ ر /
م ك ب ا	٥١ ر /

ويستغل مزارعو الوجه القبلى القشور السطحية من الطفل والغنية فى ثمرات الصوديوم كسماد لمزروعاتهم تحت اسم السماد الكفرى . ولا تصلح تلك الطبقات فى صناعة الخزف إلا ما احتوت على نسب بسيطة من الأملاح الذائبة من الطبقات السفلى ، وفى هذه الحالة يجب معالجتها كيميائيا للتخلص من تأثير تلك الأملاح الذائبة الضارة بالمشغولات .

الحما :

أو الطينة الكربونية تكونت من ترسيبها فى مستنقعات غنية بالنبات النامى ، والطينة ذات لون أسود أو رمادى قاتم نتيجة ما ينتشر فيها من رقائق نباتية متفحمة ومواد عضوية متحللة مثل النبات العطن أو ألبدت والليجنيت والفحم البتيومينى وفحم الأنثراسيت والجرافيت ، وكذلك الأسفلت وازدياد نسبة المواد الكربونية يجعل الطينة نوعا من الفحم .

ويستعمل الحما المحتوى على قليل من المواد الكربونية سهلة التطاير فى صناعة المشغولات الخزفية ، ولا يستعمل الغنى منها بالكربون لاحتياج مشغولاته إلى وقت طويل فى عمليات تسويتها مما يعرقل عمليات الأكسدة اللازمة فى تسوية المشغول لإتمام صلاذته والحصول على أجسام رنانة .

ومن الطينات الكربونية ما توجد في حقول البترول كالطينة الموجودة في جبل النزازات على الشاطئ الشرقي لخليج السويس والتي تسمى أحياناً بالطينة القارية . كذلك تنسى الأحجار الطينية الموجودة في « هورون » و « بدفورد » في ولاية « أوهايو » إلى الطينات الكربونية ، ومنها ما يوجد في الصخور الأيوسيشية غرب واشنطن :

الطمي :

أو الفرين ، مادة قليلة في مواردها الطينية ، رخوة سائبة ، نتجت من ترسيب حديث للمواد المعلقة في مياه فيضانات الأنهار على جانبيها وعند مصباتها ، وللطمي لازية تمكن من تشكيله ، ويعطى بعد تسويته ألواناً قاتمة متعددة . وأغلب استعمالات الطمي في صناعة الطوب البلدي وطوب الوجهات ، ويضاف كمادة خشنة في بعض المشغولات الخرفية . وأهم أنواع الطمي هي :

طمي النيل^(١) ويتكون من تفتيت وتحلل صخور هضبة الحبشة وانتقالها بمياه الفيضانات الجارفة كل عام وترسيبها على ضفاف النيل ، وينطلق مقدار هائل منها إلى البحر الأبيض المتوسط ليرسب في قاعه على أعماق لا تقل عن ٢٠٠ متر قبالة مصبي النهر عند دمياط ورشيد ، وينقل بعضها تيار البحر المتعد شرقاً حيث يرسبها على شواطئه الشرقية .

وطمي النيل ذو لون بني مبيض ، طيني اللبس ، لازب يحترق على كثير من حبات ورقائق من الكوارتز حادة الأطراف ذات أقطار تتراوح بين أقل

(١) لوكاس : كيمياء نهر النيل ، ٧٨ ، معاهدة المساحة المصرية ، القاهرة ١٩٠٨
موسبري : رواسب نيلية ، ١٧٤ .

من ٠.١ — ٠.٥ من المليمتر ويصغر الحجم في مكونات الطمي كلما اتجه شمال
الوادي . ويحتوي الطمي على الكاولينيت والموتموريللونيت والهاوسيت
مع ما يبلغ من ١٢٧٪ من أكسيد الحديد وعلى عدد كبير من البكتيريا
الحديدية ، وذلك بجانب حبات الكوارتز وفتات من معادن الفلسبار مثل
الأورثوكليز والميكروكلين والكثير من الأوليجوكليز والأليت واللابرادوريت .
وقليل من معادن الميكا البيضاء والسوداء والسيريست ، ويكون المعدنان
الأخيران غالبية الميكا في الطمي . كذلك يحتوي طمي النيل على الحجر الجيري
والدولوميت والسكالكيت ، كما يوجد معدن الهورنبلند بكثرة في طمي النيل
مع معدن الأوجيت . ومن معادن الطمي القليلة التورمالين والزركون والأسفين
والروتيل والإيلمانيت والأباتيت والليمونيت والهيمايت والكلوريد وأكسيد
الحديد المائية الأخرى ، كما توجد الفوسفات ، ومن مكونات الطمي معدن
المونازيت المشع ومعدن الماجنييت . كذلك يحتوي طمي النيل على بعض
النبات المتفحم والمواد العضوية .

وينتج طمي النيل بعمليات الفسيل والترويق لفصل المواد الخشنة عنده حتى
يصلح للاستعمال في نواحي استعماله السابق ذكرها .

التربة الزراعية : (١)

وهي تكوين غروي طيني ترجع غرويته إلى ما تحتويه من قدر من الرقائق
الطينية ومستحلبات الدبال العضوى التى تنشأ من الرمال والحجر الجيري

(١) روبنسون : علم التربة فرع من علوم الجيولوجيا ، مجلة الجيولوجيا ، ٦١ ، ٤٤٤ ،

١٩٢٤ ، ٤٤٥ .

والميكاتيبساء والمعادن الثقيلة. وتتكون التربة الزراعية من سيليكات الألومنيوم المائية وأكسيد الحديد المائية والألومينا المائية كمواد غروية . وتتكون مستحلبات الدبال من فعل البكتريا في تحلل بقايا النبات والحيوان . وتحتوى هذه المستحلبات على أحماض عضوية تذيب صخر التربة ومعادنها محولة لها إلى مواد طينية وفتات المعادن وكسر الأحجار . ويكسب الغشاء الغروى المحيط بحبات التربة القدرة على ادمصاص الأيونات القلوية لكل من الصودا والبوتاسا كما يكسب التربة اللازمية وقابلية التشكيل . وتغطى التربة الزراعية بسمك قدم واحدة من الطبقات السطحية لصخر الأرض. وقد تكون التربة من نواتج تفتيت الصخر الحلى وتحلله بفعل العوامل الجوية والحيوان وجذور النبات كما هو الحال فى التربة الزراعية فى البلاد السورية أو تكون منقولة من أماكن أخرى بفعل الماء عادة وذلك كما فى التربة الزراعية المصرية . ويختلف التكوين الميكانيكى للتربة الزراعية من مكان لآخر ، فبينما توجد بعض الأنواع ذات جسم أسود ثقيل دقيق مندمج الجسيمات ، إذ بأنواع أخرى صفراء خشنة غير متماسكة ، وترتفع نسبة الطين فى الأنواع السوداء الثقيلة، بينما تزداد نسبة الرمال والمواد الجيرية بين مكونات الأنواع الثانية . والتربة الزراعية المجاورة للنهر أكثر شوائباً وأملحاً من التربة البعيدة عنه ، كذلك تزداد الشوائب فى سطح التربة عن داخلها . وتصلح بعض أنواع التربة الزراعية لصناعة الطوب العادى وتوجد أنواع أخرى منها فى صناعة الأوانى الخزارية .

الكثبان الطينية والركام الثلجى :

وتوجد طينات غير الأنواع السابقة على هيئة تكوين متميزة فى شكلها

وبنيته ومكوناتها وطرق تكوينها وذلك كما في الكشبان الطينية والركام الثلجي ، وقد سبق الكلام عنهما عند الكلام عن الصخور الطينية .

أشباه الطين :

تنتج هذه المواد من التحلل الجوى للصخور البركانية القاعدية إلى معادن سليكات الألومنيوم المائية المتبلورة . وقد تبقى نواتج تحلل الصخور في أماكنها أو تنقل بفعل الرياح والمياه وترسب على هيئة طبقات متراسة بعضها فوق البعض أو تتجمع في جيوب الصخور . وأشباه الطين رخوة سائبة أو متماسكة ذات ألوان من الرمادي الفاتح أو الأحمر الداكن أو البنية ، وهي أخف من الطينات وأنعم منها ، دهنية الملمس شديدة اللزوجة عند امتزاجها بالماء ، ومن أنواع أشباه الطين :

الطين البازلتى : وينتج من تفتت وتحلل صخور البازلت وهو ذلول أحمر داكن متبقى في مكان تحلل الصخر أو منقول بفعل الرياح .

ويستعمل الطين البازلتى في صناعة منتجات البناء الخزفية . ومن أهم تكوينات الطين البازلتى في العالم ما يوجد في منطقة شرق ولاية « واشنطن » وفي ولاية « أوريجون » حيث توجد مئات الأميال المكعبة في طبقات متعرجة غير منتظمة . كما يوجد منه في منطقة نيبانوك بوادي حلقة جنوب أسوان .

الطين البركاني : وهو من أشباه الطين الناتج عن تحلل الرماد البركاني المنبعث من أفواه البراكين عند ثورانها ، وتحلل هذه المواد البركانية بفعل المياه وخاصة في البلاد الرطبة . والطين البركاني من النوع المنقول للتكون من

رقائق سائبة أو متماسكة وهو خفيف في ثقله النوعى ذو لون رمادى فاتح أو قهوى أو أحمر داكن وكثيراً ما يلتبس مظهره بالطينات الدياتومية أو الطين الصينى إلا أن الطين البركانى سهل الانصهار ، يعطى ماء غزيراً عند تسخينه وله بنية مختلفة تظهر بالفحص الميكروسكوبى ، ويتحول الطين إلى مائع عند تسخينه فى درجات حرارة مخاريط (٠٢) — (٦) أى ما يباوى ٩٨٠ — ١٠٦٠ م° . ولون المائع أسود زجاجى فى مظهره ويحتوى الطين البركانى على مقادير كبيرة من مركبات الحديد . وهو عالى اللازمية له معامل انكماش كبير .

ولا يصلح الطين البركانى وحده فى الصناعات الخزفية ولكنه يضاف إلى غيره من الخامات الخزفية وخاصة المخلق منها لرفع لازيتها وتحسين قابلية تشكيلها . ومن أنواع الطين البركانى المشهورة :

البنتونيت : وهو مادة ذات خواص طينية توجد فى أمريكا وكندا ، له خاصية غروية ويمتص أضعاف حجمه من الماء متحولاً إلى عجينة هلامية يابسة غير لازبة ، ويشبه البنتونيت من أنواع الطين المصرى طفلاً للمقطم إلا أنه يختلف فى أصل تكوينه ، ويستخدم الأخير محل البنتونيت فى خلطات عجائن الخزف .

وأهم مناطق وجود الطين البركانى التكوينات المتجمعة من الرماد البركانى المتحلل وغير المتحلل فى قواعد تلال سلاسل مرتفعات شواطئ المحيط الهادى ، كما توجد مثل هذه التكوينات فى المناطق البركانية القديمة بولايات « واشنطن » و « أوريجون » و « كاليفورنيا » .

جدول أقسام الطين وأنواعه

الأقسام	النقل	اللون بعد المطبق	الخواص الحرارية	اللبنية	الأنواع	الاستعمالات العامة
(١)	متبقية	فاتح	متوسطة أو منخفضة	هشيم	حجر الكورنيش الحجر الياباني الجرانيت المتحلل اسبار أكسفورد اسبار بكنجام اسبار جورد فرأي	المنتجات الخزفية البيضاء ومنتجات البناء الخزفية
الصخور ذات الكولنة الجزئية						مساحات صحر .

(٢)	الكاولينات متبقية	أيض	عالية	متناسك	حجر الكاولين الطين الصيني كاولين سياسي	البورسيلان ، الصيني ، الحراريات . الفتخار ، الحراريات ، مادة إضافية لمجائن البورسيلان . حراريات ، أوعية كيميائية .
					كاولين حراري : أ) سيلسي ب) أرونتوري	

تابع جدول أقسام العطين وأنواعه

الأنواع	البنية	الخواص الحرارية	اللون بعد الحريق	الانتقل	الأقسام
---------	--------	-----------------	------------------	---------	---------

(١) طينيات عالية

الخواص الحرارية :

الفخار الأبيض ، الصيني المصنوع ،
رفع لازيمية السكاولينات
الطينة البيضاء رخوة عالية أبيض منقولة
الطينات

(٣)

الطوب ، الأسمنت الحراري
لازقة الطينة اللازقة » فاتح

حراريات عادية
الطينة الزلطية الحرارية » قحي

بوراق الصهر ، أسمنت حراري
للزجاج » الطينة الرابطة الحرارية » قحي

حراريات كهربائية ، طوب
حراري ، مواد الجليخ
مواد حرارية ألومينية : » قحي
البراكسيت » قحي

تابع جدول أقسام الطين وأنواعه

الأقسام	النقل	الأون بورد الحريق	الخواص الحرارية	البنية	الأنواع	الاستعمالات العامة
(ب) طينات متوسطة						
محر	متوسطة	متأسكة	الطينة الحديدية: الطين الأسواني	الخواص الحرارية:	أوعية كيميائية ، منتجات الفخار الأحمر ، منتجات البناء الخزفية	
(ج) طينات سهلة						
الانصهار :						
فاتح	منخفضة	رخوة أو متأسكة	طينة سيليسية	البراغيخ ، طينة السباكة		
المياه	»	»	طينة جيرية : طين التبين	الطوب ، منتجات الفخار الأحمر والرخيص		
الطينات	»	»	طين الأرميل	نغار ، خزف زلطى ، نغار أحمر طوب ، تريميات		
			طينة قلبية	الحناء		

الباب الرابع

تركيب الطين وتكوينه المعدني

بما لا شك فيه أن خواص الطينة الطبيعية والميكانيكية الأهمية الأولى في اختيار نوع الطين وصلاحيته للاستعمال ، إلا أن لتركيب الطين أهميته في تحديد نوع ومقدار الشوائب الضارة الموجودة فيه . ولهذا الناحية أهميتها البالغة عند إجراء عمليات التجهيز والتنقية وتحديد نوع المعالجات الكيميائية المناسبة . كذلك لتكوين الطين المعدني فوائده في معرفة محتوياته من مساعدات الصهر ومقدار ونوع ما يلزم إضافته منها في المعائن الخزفية، وتأثير معادن الطين على جسم المشغول من سلوك المعدن في أثناء عمليات التسوية . ولمعرفة تركيب الطين تجري عليه عمليات التحليل الكمي لتقدير نسب العناصر المكونة له واستنتاج التكوين المعدني من نواتج التحليل .

ويتبع الخزافون طريقتين من طرق التحليل الكمي لمعرفة تركيب الطين واستخراج فكرة استنتاجية أو حسابية عن تكوينه المعدني . والطريقتان السبعتان في التحليل الكمي للطين هما :

التحليل الاستنتاجي للطين

وهو طريقة تحليل مباشرة لتقدير معادن الفلسبار والكوارتز والمواد الطينية بمعالجة الطين بالكواشف والطرق الكيميائية الخاصة بهذه المعادن .
ومن الطرق الكثيرة الاستعمال للتحليل الاستنتاجي للطين ، هي :

طريقة ميللور :

وفيها تقدر المواد الطينية عن طريق إذابة الطين في حامض الكبريتيك المركز، ثم يفصل الكوارتز بإذابته في حامض إيدروفلوردريك مركز أو قلوي ساخن ، ويكون الباقي هو الفلسبار . وفي هذه الطريقة تذوب الميكا في حامض الكبريتيك المركز ضمن المواد الطينية . وتحسب مكونات الطين بالطريقة الآتية :

وزن المواد الطينية والميكا = وزن ما ذاب في حامض الكبريتيك المركز .

وزن الكوارتز = وزن ما ذاب في حامض الإيدروفلوردريك المركز أو القلوي الساخن .

وزن الفلسبار = وزن المتبقى .

كما يمكن استخراج مكونات الطين من تقدير وزن الألومينا والسيليكا في الراسب المتخلف من إذابة حامض الكبريتيك المركز للطين دون الحاجة إلى فصل الكوارتز بحامض الإيدروفلوردريك ، وذلك عن طريق الحساب الآتي :

وزن السيليكا في الفلسبار = مقدار الألومينا في الراسب المتخلف
 من عملية إذابة حامض الكبريتيك
 المركز $3.53 \times$ وهو المكافئ الجزئي
 للسيليكا في الفلسبار بالنسبة لجزء
 ألومينا واحد .

وزن الكوارتز = وزن السيليكا في الراسب المتخلف
 من عملية إذابة حامض الكبريتيك
 المركز — وزن السيليكا في الفلسبار .

ويمكن استخراج وزن الفلسبار من الفرق بين وزن العينة ومجموع وزن
 الكوارتز والمواد الطينية ، أو بضرب مقدار الألومينا في ٤٥ ره وهو المكافئ
 الجزئي للفلسبار بالنسبة لجزء ألومينا واحد .

مثال محلول (١) :

استنتج معادن الطين واستخرج نسبتها المئوية من نتائج تحليل عينة جافة
 منه وزنها ٩٨٦٥ ر من الجرام ، وكان وزن الراسب المتخلف منها بعد هضمها في
 حامض كبريتيك مركز هو ٣٨٤٥ ر من الجرام ، ووزن الراسب المتبقى بعد معالجة
 الراسب الأول بحامض الإيدروفلوريدريك المركز هو ١١١٢ ر من الجرام .

الحل :

وزن المواد الطينية والميكا = ٩٨٦٥ ر — ٣٨٤٥ ر

= ٦٠٢٠ ر من الجرام

وزن الفلسبار = ١١١٢ ر ، ،

$$\text{وزن الكوارتز} = 0.9865 - 0.6020 + 0.1112 =$$

$$= 0.2733 \text{ من الجرام.}$$

$$\text{النسبة المئوية للمواد الطينية والميكا} = \frac{0.6020 \times 100}{0.9865}$$

$$\text{أى } 61.02\%$$

$$\text{النسبة المئوية للفلسبار} = \frac{0.1112 \times 100}{0.9865}$$

$$\text{أى } 11.27\%$$

$$\text{النسبة المئوية للكوارتز} = \frac{0.2733 \times 100}{0.9865}$$

$$\text{أى } 27.71\%$$

مثال محلولة (٢) :

استنتج مكونات مادة طينية ، ثم احسب نسبتها المئوية من نتائج التحليل الآتية :

$$\text{وزن العينة الجافة} = 0.9865 \text{ من الجرام}$$

$$\text{وزن الراسب المتخلف من هضم العينة بحامض كبريتيك مركز} = 0.3845$$

$$\text{وزن الألومينا في الراسب المتخلف السابق} = 0.204$$

$$\text{وزن السيليكا في الراسب المتخلف السابق} = 0.3453$$

الحل :

$$\text{وزن المواد الطينية والميكا} = 0.9865 - 0.3845 =$$

$$= 0.6020 \text{ من الجرام.}$$

$$\text{وزن السيليكا في الفلسبار} = 353 \times 0.204 =$$

$$= 0.720 \text{ ر. من الجرام.}$$

$$\text{وزن الكوارتز} = 3453 - 0.720 =$$

$$= 2733 \text{ ر. من الجرام.}$$

$$\text{وزن الفلسبار} = 9865 - 2733 - 0.204 =$$

$$= 1112 \text{ ر. من الجرام.}$$

$$\text{أو} = 0.204 \times 545 =$$

$$= 1112 \text{ ر. من الجرام.}$$

$$\text{النسبة المئوية للمواد الطينية واليكا} = \frac{0.204 \times 100}{0.9865}$$

$$\text{أى } 20.61\%$$

$$\text{النسبة المئوية للفلسبار} = \frac{1112 \times 100}{0.9865}$$

$$\text{أى } 112.71\%$$

$$\text{النسبة المئوية للكوارتز} = \frac{2733 \times 100}{0.9865}$$

$$\text{أى } 277.1\%$$

ويعطى التحليل الاستنتاجى للطين نتائج سريعة يستدل منها على التكوين المعدنى للطين. إلا أن هناك ما يثار حول نتائج هذه الطريقة من اعتراضات علمية أهمها اختلاف قابلية ذوبان أنواع الفلسبار والكاولين فى الأحماض المركزة ، وذوبان بعض المواد عندما تكون فى حجم دقائق الطين ، على الرغم من عدم قابلية ذوبانها فى أحجامها العادية ، وذلك بما قد يعطى من نتائج متضاربة

أو مخالفة لحقيقة تكوين الطين المعدني وخاصة الأنواع الرديئة منه، ويترتب على ذلك عدم الاطمئنان إلى نتائج هذا النوع من التحليل . هذا إلى أن التحليل الاستنتاجي لا يدل على ما بالطين من شوائب .

التحليل الكيميائي للطين^(١)

يحلل الطين تحليلًا تفصيليًا كاملاً بطرق التحليل الكيميائي للصخور السيليسية . ثم تدون نتائج التحليل في تقرير خاص به على هيئة نسب مئوية لأكاسيد العناصر التي قدرت في عملية التحليل . ولم يجز العرف على تدوين نتائج التحاليل على هيئة نسب العناصر مباشرة ، وإن كان ذلك يمثل حقيقة التركيب ويتفق مع المنطق العلمي .

وتبين الجداول الآتية تقارير نتائج التحليل الكيميائي لبعض أنواع الطين المشهورة .

(١) عينتان من ابي زقية ، تحليل المركز القومي للبحوث ، وحدة الحرارية ، الدق ، القاهرة ، وقام المؤلف بحساب المكونات المعدنية .

الكاولينات

الأكاسيد	كولين	سيتاء (١)	بوهيمي	أوهيو	إنجليزى
س ^١ _٢	٤٢ر٠٠	٤٤ر٠٠	٤٥ر٦٠	٧٤ر٩٣	٧٣ر٥٧
لو ^١ _٢	٣٨ر٠٠	٣٩ر٠٠	٣٩ر٠٠	١٧ر١٩	١٦ر٤٨
ح ^١ _٢	٠ر٥٠	١ر٠٠	٠ر٥٠	٠ر٧٩	٠ر٢٧
ما	٠ر٢٠	٠ر٥٠	٠ر١٠	٠ر٤٦	٠ر٢١
كا	٠ر٢٠	٠ر٥٠	٠ر٦٠	٠ر٢٩	١ر١٧
(بوءص) ١	٠ر٥٠	٠ر٧٠	٠ر٥٠	١ر٦١	٥ر٨٤
يد ^١ _٢	١٣ر٠٠	١٤ر٠٠	١٣ر٦٠	٥ر٤٤	٢ر٤٥
تي ^١ _٢	١ر٥٠	٢ر٠٠	—	—	—
المجموع	٩٥ر٧٠	١٠١ر٢٠	٩٩ر٩٠	١٠٠ر٧١	٩٩ر٩٩

(محسوبة من نتائج التحليل السابقة)

للعادن

مواد طينية	٩٥ر٤	٩٢ر٨٣	١٠٠ر٠	٤٨ر٢٤	٣٣ر٥٧
كوارتز	—	—	—	٤٩ر٧٢	٤١ر١٠
فلسبار	٤ر٦	٧ر١٧	—	٢ر٧٥	٢٥ر٣١

الطينيات

سورماج (٢)	قنا (٢)	أسيوط والفي (٢)	أسيوط (١)	الأحسيد
٢٦١٠	٤٦١٢	٤٨٦٢	٥٠—٦٨	س ١
٦٦٠	١١٩٨	١٧٥٧	٣٠—٢٠	ل ٢
—	—	—	٥—١٢٨	ح ٢
٣٠٦	٧٥١	١١٥٦	—	ح + من
٨١١	٣٨٢	٨٤١	٠٦٠—٠٢١	ط ١
٢٩٣١	١٤٧٠	٥٨٥	٠	ك ١
—	—	—	٠٧٠—٠٥٠	(بو، ص ١)
١٥٤	٤٢١	٤٨١	١١—٩	يد ٢
—	—	—	٢—١٢	في ٢
٢٥٢٨	١١٦٦	٣١٨	—	ك ١
٢٥٩	٢٤٨	٢٢٩	—	النقل النوعي

(١) البركة "تقوى لبعوث ، وحدة المزارعات ، الدقي ، القاهرة .

(٢) ولیم مورجان : المنزف والأشغال اليدوية ، للمدر ، ١٩٤٩

تابع الجدول السابق

طوله (٢)	القطر (٢)	شبره (٢)	أدفو (٢)	الأكاسيد
٣٥ر٨٧	٤٤ر٠٩	٤٦ر٦٢	٤٦ر٦٥	س ٢١
١٤ر٥٢	٢١ر٤١	٢١ر٧٧	١٦ر٩٩	ف ٢١
٦ر٠١	٧ر٤٧	١٢ر٠٢	١١ر٧٩	ح + من
١٣ر٢٢	١٤ر٧٢	٦ر٨٧	١١ر٩٦	ط ١
١٤ر٢٢	١ر٤٣	٥ر١١	٤ر٩٠	ك ١
٣ر٢٣	١٠ر٣٥	٥ر٥٣	٦ر٢٠	يد ٢
١١ر٩٣	٠ر٥٣	١ر٨٨	١ر٦٠	ك ١
٢ر٤٧	٢ر٠٢	٢ر٤٠	٢ر٤٢	النتقل النوعي

(١) المركب القوي للبحوث ، وحدة إداريات ، الكتب ، القاهرة .

(٢) وليم مورجان : الخزف والأشغال اليدوية ، المصدر ، ١٩٤٩

أشباه الطين

الأكاسيد	بنتونيت (١)	طفل المقطم (٢)
س ١	٥٥ر٢٢	٦٦ر٠٠
لو ١	٢١ر٠٠	١٦ر٠٠
ح ١	٠ر٩٢	٤ر٠٠
ما ١	٣ر٠٣	١ر٥٠
كا ١	٤ر٩٤	
بو ١	—	٣ر٥٠
ص ١	١ر٥٦	
يد ١ (٣)	١٠ر٢٨	٧ر٠٠
تي ١	—	١ر٥٠

حساب التكوين المعدني للطين من نواتج التحليل الكيميائي

ينبنى هذا الحساب على القواعد التي وضعها كل من كروس ، إدينجز ، بيرسون ، وواشنطن^(٤) . وذلك على أن الطين يتكون بصفة أساسية ثابتة من ثنائي سيليكات الألومنيوم المرتبطة بجزئين من الماء مع بواقي فلبسبار وكوارتز ومعادن قليلة أخرى قاومت فعل عوامل التحلل مثل معدن الموسكوفيت .

(١) نتيجة تحليل عينة من بنتونيت دا كونا .

(٢) مركز البحوث القوي ، وحدة الحرارية ، الدقي ، القاهرة .

(٣) المرتبط والمنفرد .

(٤) كروس ، إدينجز ، بيرسون ، وواشنطن ، الجورنال الجيولوجي ، ١٠ ، ٤١٠ ، ٦٤٢ ، ٦٤٢ .

فيتلاي : مقدمة في دراسة الصخور النارية ، ١٥٠ ، — ١٥٤ ، ١٩١٣ .

إدينجز : الصخور النارية ، ١ ، ٤١٩ ، ١٩٠٠ .

إدينجز : التقسيم النوعي للصخور النارية ، ١٤٧ ، ١٨٦ ، ١٩٠٣ .

واشنطن : حسابات التحليل الاستنتاجي لأنواع الطين ، جورنال جمعية الخزف الأمريكية ، ١ ، ٤٦٥ ، ١٩١٩ .

ويبين الجدول الآتي مصادر الطين وتركيبها ومكافئاتها الجزيئية :

المعادن	القانون الجزيئي	المكافئ الجزيئي
الكالولين	لوم، أ، س، أ، م، ٢، يد، ١	٢٥٨
أورثوكليز	بوم، أ، لوم، أ، م، ٦، س، أ، م	٢٥٥٦
البيت	ص، أ، م، أ، لوم، أ، م، ٦، س، أ، م	٥٢٤
أنورثيت	كا، أ، لوم، أ، م، ٢، س، أ، م	٢٧٨
موسكوفيت	٣ بوم، أ، لوم، أ، م، ٦، س، أ، م، ٢، يد، ١	٧٨٠ر٤
كوارتز	س، أ، م	٦٠
سربنتين	٣ ما، أ، م، س، أ، م، ٢، يد، ١	٢٧٦
دولوميت	(ما، كا) ك، أ، م	١٨٤
ماجنيزيت	ماك، أ، م	٨٤ر٣
إيمانايت	ح، أ، م، في، أ، م	١٥٢
الومينا	لوم، أ، م	١٠٢
سيليك	س، أ، م	٦٠

(تابع الجدول السابق)

المعادن	الذرات الجزيئية	المسكاني الجزيئية
هيماتيت		
(أكسيد حديد برك)	Fe_2O_3	۱۶۰
ليمونيت	$\text{Fe}_2(\text{OH})_2(\text{CO}_3)$	۱۷۸
أكسيد حديدوز	Fe_3O_4	۷۲
روتيل (تيتانيا)	TiO_2	۸۰
جير	CaO	۵۶
ماغنيسيا	MgO	۴۰
صودا	Na_2O	۶۲
بوتاسا	K_2O	۹۴٫۲
ماء	H_2O	۱۸
ثاني أكسيد كربون	CO_2	۴۴

ولحساب مكونات الطين المعدنية توزع الأكاسيد من نتائج التحليل حسب مكافئاتها الجزيئية على المعادن والمواد الأولية المحتمل وجودها في الطين مع مقارنة التوزيع يتوافق الفحص الميكروسكوبي. وتقع القواعد^(١) الآتية عند التوزيع:

(١) تحول نسب الأكاسيد المثوية إلى نسب جزيئية وذلك بقسمة النسبة المثوية للأكسيد على وزنه الجزيئي، ثم تجمع النسب الجزيئية للأكاسيد في شكل القوانين الأولية للمعادن، وذلك تبعاً للنواحي الآتية:

(٢) الميل الكيميائي للأكاسيد بعضها بالنسبة للآخر، فميل السيليكا في اتحادها مع البوتاسا أقوى من ميلها نحو الأكاسيد الأخرى. ويمكن ترتيب ميل السيليكا في الاتحاد بالأكاسيد الأخرى كالآتي:

البوتاسا، الصودا، الجير، الماغنيسيا، أكسيد الحديدوز، الألومينا، أكسيد الحديدك. أما الألومينا فهي أشد ميلاً للاتحاد بالبوتاسا، ويتدرج هذا الميل نحو الصودا، الجير، الماغنيسيا ثم أكسيد الحديدوز، ولا تتحد الألومينا بأكسيد الحديدك. وتكون عدد جزيئات الألومينا إلى عدد جزيئات الأكاسيد القاعدية في مركباتها السليسية كنسبة ١ : ١ في أغلب تلك المركبات.

ويمكن لأكسيد الحديدك أن يحل محل جزء من الألومينا عند انخفاض نسبة الأخيرة، وذلك في غير معادن الفلسبار. ويلاحظ أن أكسيد الحديدك والألومينا والسيليكا هي الأكاسيد التي يمكن أن توجد منفردة على هيئة معادن الهيماتيت والكورند والكوارتز.

(١) ستالي : تطورات جمعية الخزف الأمريكية ، ١٣ ، ٢٠٣ ، ١٩١١ .

كذلك يمكن تعدد الأكاسيد القاعدية في مركب واحد من مركبات السيليكا المعقدة للألومينا ، وخاصة عند وجود تلك الأكاسيد بنسب عالية .

وتتناسب قوة ميل اتحاد الألومينا والسيليكا مع الأكاسيد القاعدية حسب موقع العناصر المكونة لها في السلسلة الكهروكيميائية . فيبلغ الميل أقصاه نحو البوتاسا وهكذا .

كذلك يعتبر أكسيد الرصاص وأكسيد انخارصين من القواعد المكونة للسيليكات المزدوجة أو المعقدة مع الألومينا ، وذلك حسب موقع العنصرين في السلسلة الكهروكيميائية . وعند انخفاض نسبة السيليكا مع وجود قواعد قوية الميل للاتحاد بها كالپوتاسا يمكن التكهن بأن الرصاص وانخارصين عند وجودهما يكونان مع السيليكا مركبات من نوع الأورثوسيليكات . ومن المحقق وجود الرصاص في كثير من مصهور السيليكات .

وتبعاً لقواعد الميل الكيميائي السابقة يمكن تكوين المعادن بالترتيب الآتي في مكونات الطين ، وذلك عند وجود كل من البوتاسا والصودا والجير وأكسيد الرصاص وأكسيد انخارصين مع الألومينا والسيليكا :

فعند انخفاض نسبة السيليكا يكون تكوين المعادن بالترتيب الآتي :

اللوسيت : بو_٢ ا ، لو_٢ ا_٢ ، ٤ س ا_٢

النيقيليت : ص_٢ ا ، لو_٢ ا_٢ ، ٢ س ا_٢

الأورثيت : كا ا ، لو_٢ ا_٢ ، ٢ س ا_٢

السلزيان . با ا ، لو_٢ ا_٢ ، ٢ س ا_٢

ميتاسيليكات البوتاسيوم : بو_٢ ا ، ١ س ا_٢

ميتاسيليكات الصوديوم : ص_٢ ا، س ا_٢
أورثوسيليكات الكالسيوم : كا ا، نصف س ا_٢
أورثوسيليكات الخارصين : خ ا، نصف س ا_٢
أورثوسيليكات الرصاص : را، نصف س ا_٢
أما عند وجود السيليكات بنسب عالية فتكون المعادن والمركبات بترتيب
المكونات السابقة فقط وتحول إلى ما يقابلها من معادن أغنى منها في نسبة
السيليكات وكذلك :

يتحول معدن اللوسيت إلى معدن الأورثوكيز : بو_٢ ا، لو_٢ ا_٢ ، ٦
س ا_٢ .

ويتحول النيفيليت إلى معدن الأليبت : ص_٢ ا، لو_٢ ا_٢ ، ٦ س ا_٢ .
ويتحول أورثوسيليكات الكالسيوم إلى ميتاسيليكات الكالسيوم ،
أو معدن الولاستونيت : كا ا، س ا_٢ .

ويتحول أورثوسيليكات الخارصين إلى ميتاسيليكات الخارصين :
خ ا، س ا_٢ .

ويتحول أورثوسيليكات الرصاص إلى ميتاسيليكات الرصاص :
را، س ا_٢ .

كما يمكن وجود الموليت : ٣ لو_٢ ا_٢ ، ٢ س ا_٢ في الظروف المناسبة لتكوينه .
(٣) وعلى ذلك تجمع الأكاسيد المكونة لمعادن الفلسبار من
أورثوكيز وأليبت وأنورثيت بنسب مكافئاتها الجزئية في كل معدن منها

مستهلكة كل القلويات والقلوى أرضيات الموجودة في نواتج التحليل .

(٤) يستعمل ما يتبقى من ألومينا في تكوين السكاولين مع ما يلزمها من جزيئات السيليكا المتبقية من تكوين معادن الفلسبار مع جزيئات الماء اللازمة .

(٥) تعتبر السيليكا المتبقية بعد ذلك معدن الكوارتز .

(٦) تستهلك جزيئات أكسيد الحديد كمعدن الليمونيت عند وجود ما يكفي من ماء بعد تكوين السكاولين ، وإلا اعتبر معدن الهيماتيت عند عدم وجود الماء أو يستهلك جزء منه كمعدن الليمونيت بإتحاده مع ما يوجد من ماء والباقي يعتبر هيماتيت . هذا إذا لم يكن أكسيد الحديد على هيئة معدن آخر يظهره الفحص الميكروسكوبي ، أو تكون هناك أكاسيد أخرى أميل للاتحاد به لتكوين معادن أخرى . وقد يستهلك جزء أو كل أكسيد الحديد ليحل محل الألومينا في مركبات سيليكات الألومنيوم القاعدية وذلك عند انخفاض نسبة الألومينا اللازمة لاستهلاك كل الأكاسيد القلوية ، أو القلوى أرضية في مركبات السيليكات المعقدة .

(٧) يعتبر ما يتبقى من ماء بعد تكوين الليمونيت ماء رطوبية في الطين .

(٨) يستهلك ثاني أكسيد الكربون جميعه في تكوين معدن الكالسيت مع الجير أو معدن الماغنيزيت مع الماغنيسيا ، وذلك فقط عند وجود الماغنيسيا بنسبة عالية بين نواتج التحليل . ويكون معدن الكالسيت قبل

البداية في تكوين معدن الأنورثيت في حالة وجود ثاني أكسيد الكربون بين نواتج التحليل ، ثم يكون معدن الأنورثيت من الزائد من الجير .

وأولية استهلاك الماغنيشيا تكون في معدن السربنتين ما لم يكن الطين موجوداً في مناطق غنية بصخور الماغنيزيت أو الدولوميت .

ويتكون معدن السربنتين من الماغنيشيا والسيليكا والماء في حالة توافر للمركبين الأخيرين بعد استهلاك ما يلزم منهما في تكوين معادن الفلسبار والكاولين .

وتحتاج كل ثلاثة جزيئات ماغنيسيا إلى جزيئين من كل من السيليكا والماء في تكوين معدن السربنتين . ويبرر وجود السربنتين تكون الطين من تحلل الصخور القاعدية .

(٩) لا يمكن التكهن بوجود معدن الموسكوفيت من نتائج التحليل الكيميائي ، بل تدخل مكونات المعدن ضمن معادن الفلسبار والكاولين ، وذلك إذا لم يكن وجود المعدن واضحاً في الفحص الميكروسكوبي .

(١٠) تستهلك جزيئات التيتانيا مع جزيئات أكسيد الحديدوز في تكوين معدن الإيلمانيت ، ويؤخذ ما يلزم من أكسيد الحديدوز من حساب جزيئات أكسيد الحديدك حيث يكفي كل جزيء من الثاني جزيئين من الأول ، وذلك في حالة عدم ورود بيانات مفصلة عن أكسيد الحديدوز في نتائج التحليل الكيميائي ، وفي هذه الحالة يتعين تكوين معدن الإيلمانيت من الموجود من أكسيد الحديدوز فقط . وإن تبقى شيء من التيتانيا تبقى منفردة على هيئة معدن الروثيل أو يدخل في تكوين معدن البيروفسكيت : كما ،
٢ مع ما قد يتبقى من الجير بعد تكوين معادنه السابقة .

مثال محلول (١) :

المطلوب حساب المعادن المكونة لعينة من طين من نتائج تحليلها الكيماوى

الآتية :

$$\text{س ١} : ٢ = ٦٤٧٨ \%$$

$$\text{كا ١} : ٢ = ٢٢ \%$$

$$\text{لو ٢} : ٣ = ٢٥٦١ \%$$

$$\text{بو ٢} : ٣ = ٣٢ \%$$

$$\text{ح ٢} : ٣ = ١٩ \%$$

$$\text{ص ٣} : ١ = ٢٣ \%$$

$$\text{يد ٢} : ١ = ٨٦٥ \%$$

الحل :

(١) تحول النسب المئوية للأكاسيد الواردة فى نتائج التحليل إلى نسب

جزيئية ، وذلك بقسمة نسبة الأكسيد المئوية على وزنه الجزيئى .

$$\text{نسبة جزيئات السيليكا} = \frac{٦٤٧٨}{٦٠} = ١٠٧٧$$

$$\text{نسبة جزيئات الألومينا} = \frac{٢٥٦١}{١٠٢} = ٢٥١$$

$$\text{نسبة جزيئات أكسيد الحديدك} = \frac{١٩}{١٦٠} = ٠٠١$$

$$\text{نسبة جزيئات الجير} = \frac{٢٢}{٥٦} = ٠٠٤$$

$$\text{نسبة جزيئات البوتاسا} = \frac{٣٢}{٩٤٢} = ٠٠٣$$

$$\text{نسبة جزيئات الصودا} = \frac{٢٣}{٦٢} = ٠٠٤$$

$$\text{نسبة جزيئات الماء} = \frac{٨٦٥}{١٨} = ٤٨٠$$

(٢) توزع جزيئات الأكاسيد على المعادن المحتمل وجودها فى الطين ،

وذلك باتباع قواعد التوزيع السابقة وأولويتها فى تكوين المعادن . وبسطر

لذلك جدول كالآتى لتسهيل عملية التوزيع :

المستقبل

نسبة جزئيات الألكاسيد

مادَن الطَّيْنِ المَعْرُوحَةِ

۳۰۰۴۔ جزی اور تلو کلیز:

٢٠١٨
٢٠١٧
٢٠١٦
٢٠١٥
٢٠١٤

البناق

۴۰۰. جزئی اہلیت ::

[illegible]

١٩٤٨٠	٢٠٠٤	٢٠٠١	٢٢٤٤	١٩٠٣٥	الْباق
-------	-------	------	------	------	-------	--------

۴۰۰: حزی انوریت:

3003 3004 3005 3006 3007 3008 3009 3010 3011 3012 3013 3014 3015 3016 3017 3018 3019 3020 3021 3022 3023 3024 3025 3026 3027 3028 3029 3030 3031 3032 3033 3034 3035 3036 3037 3038 3039 3040 3041 3042 3043 3044 3045 3046 3047 3048 3049 3050 3051 3052 3053 3054 3055 3056 3057 3058 3059 3060 3061 3062 3063 3064 3065 3066 3067 3068 3069 3070 3071 3072 3073 3074 3075 3076 3077 3078 3079 3080 3081 3082 3083 3084 3085 3086 3087 3088 3089 3090 3091 3092 3093 3094 3095 3096 3097 3098 3099 3100 3101 3102 3103 3104 3105 3106 3107 3108 3109 3110 3111 3112 3113 3114 3115 3116 3117 3118 3119 3120 3121 3122 3123 3124 3125 3126 3127 3128 3129 3130 3131 3132 3133 3134 3135 3136 3137 3138 3139 3140 3141 3142 3143 3144 3145 3146 3147 3148 3149 3150 3151 3152 3153 3154 3155 3156 3157 3158 3159 3160 3161 3162 3163 3164 3165 3166 3167 3168 3169 3170 3171 3172 3173 3174 3175 3176 3177 3178 3179 3180 3181 3182 3183 3184 3185 3186 3187 3188 3189 3190 3191 3192 3193 3194 3195 3196 3197 3198 3199 3200 3201 3202 3203 3204 3205 3206 3207 3208 3209 3210 3211 3212 3213 3214 3215 3216 3217 3218 3219 3220 3221 3222 3223 3224 3225 3226 3227 3228 3229 3230 3231 3232 3233 3234 3235 3236 3237 3238 3239 3240 3241 3242 3243 3244 3245 3246 3247 3248 3249 3250 3251 3252 3253 3254 3255 3256 3257 3258 3259 3260 3261 3262 3263 3264 3265 3266 3267 3268 3269 3270 3271 3272 3273 3274 3275 3276 3277 3278 3279 3280 3281 3282 3283 3284 3285 3286 3287 3288 3289 3290 3291 3292 3293 3294 3295 3296 3297 3298 3299 3300 3301 3302 3303 3304 3305 3306 3307 3308 3309 3310 3311 3312 3313 3314 3315 3316 3317 3318 3319 3320 3321 3322 3323 3324 3325 3326 3327 3328 3329 3330 3331 3332 3333 3334 3335 3336 3337 3338 3339 3340 3341 3342 3343 3344 3345 3346 3347 3348 3349 3350 3351 3352 3353 3354 3355 3356 3357 3358 3359 3360 3361 3362 3363 3364 3365 3366 3367 3368 3369 3370 3371 3372 3373 3374 3375 3376 3377 3378 3379 3380 3381 3382 3383 3384 3385 3386 3387 3388 3389 3390 3391 3392 3393 3394 3395 3396 3397 3398 3399 3400 3401 3402 3403 3404 3405 3406 3407 3408 3409 3410 3411 3412 3413 3414 3415 3416 3417 3418 3419 3420 3421 3422 3423 3424 3425 3426 3427 3428 3429 3430 3431 3432 3433 3434 3435 3436 3437 3438 3439 3440 3441 3442 3443 3444 3445 3446 3447 3448 3449 3450 3451 3452 3453 3454 3455 3456 3457 3458 3459 3460 3461 3462 3463 3464 3465 3466 3467 3468 3469 3470 3471 3472 3473 3474 3475 3476 3477 3478 3479 3480 3481 3482 3483 3484 3485 3486 3487 3488 3489 3490 3491 3492 3493 3494 3495 3496 3497 3498 3499 3500 3501 3502 3503 3504 3505 3506 3507 3508 3509 3510 3511 3512 3513 3514 3515 3516 3517 3518 3519 3520 3521 3522 3523 3524 3525 3526 3527 3528 3529 3530 3531 3532 3533 3534 3535 3536 3537 3538 3539 3540 3541 3542 3543 3544 3545 3546 3547 3548 3549 3550 3551 3552 3553 3554 3555 3556 3557 3558 3559 3560 3561 3562 3563 3564 3565 3566 3567 3568 3569 3570 3571 3572 3573 3574 3575 3576 3577 3578 3579 3580 3581 3582 3583 3584 3585 3586 3587 3588 3589 3590 3591 3592 3593 3594 3595 3596 3597 3598 3599 3600 3601 3602 3603 3604 3605 3606 3607 3608 3609 3610 3611 3612 3613 3614 3615 3616 3617 3618 3619 3620 3621 3622 3623 3624 3625 3626 3627 3628 3629 3630 3631 3632 3633 3634 3635 3636 3637 3638 3639 3640 3641 3642 3643 3644 3645 3646 3647 3648 3649 3650 3651 3652 3653 3654 3655 3656 3657 3658 3659 3660 3661 3662 3663 3664 3665 3666 3667 3668 3669 3670 3671 3672 3673 3674 3675 3676 3677 3678 3679 3680 3681 3682 3683 3684 3685 3686 3687 3688 3689 3690 3691 3692 3693 3694 3695 3696 3697 3698 3699 3700 3701 3702 3703 3704 3705 3706 3707 3708 3709 3710 3711 3712 3713 3714 3715 3716 3717 3718 3719 3720 3721 3722 3723 3724 3725 3726 3727 3728 3729 3730 3731 3732 3733 3734 3735 3736 3737 3738 3739 3740 3741 3742 3743 3744 3745 3746 3747 3748 3749 3750 3751 3752 3753 3754 3755 3756 3757 3758 3759 3760 3761 3762 3763 3764 3765 3766 3767 3768 3769 3770 3771 3772 3773 3774 3775 3776 3777 3778 3779 3780 3781 3782 3783 3784 3785 3786 3787 3788 3789 3790 3791 3792 3793 3794 3795 3796 3797 3798 3799 3800 3801 3802 3803 3804 3805 3806 3807 3808 3809 3810 3811 3812 3813 3814 3815 3816 3817 3818 3819 3820 3821

استخراج النسب المئوية للمعادن المكونة للطين .

المعادن	مكافئ المعدن الجزئية	وزن المعدن الجزئية	الورن	النسبة المئوية
أورثوكليس	٠.٠٣	٥٥٦ X	١٦٦٨ =	$\frac{١٠٠ \times ١٦٦٨}{٩٩٧٧٦}$ ١٦٦٨ =
ألبيت	٠.٠٤	٥٢٤ X	٢٠٩٦ =	$\frac{١٠٠ \times ٢٠٩٦}{٩٩٧٧٦}$ ٢٠٩٦ =
أنورثيت	٠.٠٤	٢٧٨ X	١١١٢ =	$\frac{١٠٠ \times ١١١٢}{٩٩٧٧٦}$ ١١١٢ =
كلين	٠.٢٤	٢٥٨ X	٦١٩٢٠ =	$\frac{١٠٠ \times ٦١٩٢٠}{٩٩٧٧٦}$ ٦١٩٢٠ =
هياتيت	٠.٠١	١٦٠ X	١٦٠ =	$\frac{١٠٠ \times ١٦٠}{٩٩٧٧٦}$ ١٦٠ =
كوارتز	٠.٥٤٧	٦٠ X	٣٢٨٢٠ =	$\frac{١٠٠ \times ٣٢٨٢٠}{٩٩٧٧٦}$ ٣٢٨٢٠ =
مجموع الأوزان				٩٩٧٧٦

مثال محلول^(١)

يحل هذا المثال بطريقة مختصرة توزع فيها الأكاسيد بعد إيجاد نسبة جزيئياتها مباشرة على المعادن المحتمل وجودها في الطين ، وذلك بضرب عدد الجزيئيات في الوزن المكافئ الجزيئي للمعدن الأكثر احتمالا في احتوائه على الأكسيد القاعدي الموجود بين نتائج التحليل الكميائي . ويستغنى في هذه الطريقة عن توزيع الأكاسيد بين المعادن المختلفة ، كما اتبع في حل المثال الأول . وذلك كافي حساب المعادن المكونة لعينة من طين نتائج تحليلها الكميائي هي .

(١) باقى جزيئيات الألومينا بعد تكوين معادن الفلسبار منها .

الأكاسيد	نسبتها	نسبة الجزيئات	المادن	نسبة المادن المتوزية
س ^١	٧٥ر٢٦	$\frac{٧٥ر٢٦}{٦٠}$	أورثوكليز	$٧٨٤ \equiv ٠.١٤١ \times ٥٥٦$
ف ^١	١٥ر٢٦	$\frac{١٥ر٢٦}{١٠٢}$	ألبيت	$٥٥٨٦ \equiv ٠.١٠٦٦ \times ٥٢٤$
ح ^١	١ر٠٤	$\frac{١ر٠٤}{١٦٥}$	أنورثيت	$١٨٤ \equiv ٠.٠٠٦٦ \times ٢٧٨$
ك ^١	٠ر٣٧	$\frac{٠ر٣٧}{٥١}$	كلولين	$٧٥٥ \equiv ٠.٢٢٣ \times ٢٥٨$ ^(١)

(١) باقي جزيئات الأورثينا بعد تفكيك مادن الفلسيبار منها.

» تابع الجدول السابق «

الأكاسيد	نسبتها	نسبة الجزئيات	المادتين	نسبة المادتين المتويزة
ط	١٠٠	$\frac{١٠٠}{٤٠}$	ليوني٢٥٠ = ١٧٨ × ٠.٦٥٠	١١٦ = ١٠٠ × ٠.٦٥٠
ص ٣	٦٦	$\frac{٦٦}{٦٢}$	كوارتز ٠.٦٦ = ٢٧٣٤ × ٠.٦٦	(١) ٢٧٣٤ = ٠.٦٦ × ٢٧٣٤
بو ٢	٣٣	$\frac{٣٣}{٩٤}$	سربنتين ٠.١٤١ = ٢٧٦ × ٠.٨٣	(١) ٢٢٩ = ٠.٨٣ × ٢٧٦
بد ٢	٢٢	$\frac{٢٢}{١٨}$	الخمير ٠.٦٧٨ = ١٠٨ × ٠.٦٧٨	١٠٨ = ٠.٦٧٨ × ١٠٨

(١) باقي جزئيات الألوينا بعد تفكيك مضاف الفلوسبار منها .

كما يمكن استخراج نسب المعادن المكونة للطين في خطوة مباشرة واحدة كالآتي :

$$\text{نسبة معدن الأورثوكليز هي} = \frac{١٢٣ \times ٥٥٦}{٩٤٢} = ٧٨٤$$

$$\text{نسبة معدن الأليت هي} = \frac{٦٦١ \times ٥٢٤}{٦٢} = ٥٥٨٦$$

$$\text{نسبة معدن الأنورثيت هي} = \frac{٣٧ \times ٢٧٨}{٥٦} = ١٨٤$$

$$\text{نسبة الكاولين هي} = \frac{٢٧٤٦ \times ٢٥٨}{١٠٢} = ٥٧٥$$

وذلك بعد طرح نسبة الألومينا المستعملة في تكوين معادن الفلسبار من نسبة الأكسيد الكلية في نواتج التحليل . وهكذا .

فوائد التحليل الكيميائي للطين

للتحليل الكيميائي للطين فوائد أخرى بجانب الاستفادة منه في استنباط تكوينه المعدني . ومن أهم هذه الفوائد معرفة درجة النقاء التي يمكن بواسطتها تكوين خلطات صحيحة منه لإنتاج مشغولات سليمة ، كذلك يبين التحليل الكيميائي نوع الشوائب الموجودة في الطين ومقاديرها كوجود المواد العضوية والكبريت والأملاح اذائية والمواد التي يجب التخلص منها أو الحد من تأثيراتها الضارة على المشغولات . ويتبين من نتائج التحليل الكيميائي مقادير الزيادة في مكونات الطين كارتفاع نسب السيليكا أو الجير أو ماء الارتباط مما قد يلحق بالمشغولات أضراراً إن لم تعالج لإيقاف فعلها . كذلك تدل نتائج التحليل الكيميائي للطين على خواصه الحرارية ولون مشغولاته بعد تسويتها .

(١) درجة النقاء :

درجة نقاء الطين هي مقدار ما يحتويه من مادة سيليكات الألومنيوم المائبة : لو ٢ ا، ٢ س ا، ٢ يد ا. ولا يعتد بلون الطين بعد حرقه في معرفة درجة نقائه ، فكثيراً ما يكون الطين ذا لون أبيض بعد الحريق وهو محتو على شوائب تغير من صفاته كطين نقي ، ومن أمثلة هذه الحالة طين دكسي الموجود في كولومبيا البريطانية فهو على درجة كبيرة من دقة الجسيمات واللازبية ، كما أن لون مشغولاته بيضاء بعد تسويتها ، لكنه يحتوي على نسبة عالية من الماغنيسيا التي لا تظهر إلا من تحليله الكيميائي .

كذلك تفيد معرفة درجة نقاء الطين في معرفة ما يحتويه من مقادير مساعدات الصهر والرطوبة وغيرها من شوائب وتعديل نسب خلطات المعائن الطينية تبعاً لذلك عند تجهيزها . وتوضح الحالة الآتية هذه الناحية :

عند عمل خلطة طينية لمشغول معين تتكون خلطته من المكونات النقية الآتية :

٢٧ ٪ طينة لازقة .

٢٨ ٪ طين صيني .

٢٩ ٪ مسحوق رلط .

١٥ ٪ فلبسبار .

استعملت الخامات ذات التكوين الآتي :

الطينة اللازقة :

٩٠ ٪ طينة لازقة نقية ،

٦ / فلسبار ،

٤ / زلط .

الطينى الصينى :

٩٤ / كاولينيت

٦ / زلط

الفلسبار :

يحتوى على ١٠ / زلط

عدل نسب الخلطة المطلوبة حسب مكونات انخامات المستعملة .

الحل :

١ - كمية خامات الطينة اللازمة للكافّة

$$\text{لمقدار } ٢٧ / \text{ طينة لازقة نقيه} = \frac{١٠٠ \times ٢٧}{٩٠} = ٣٠$$

٢ - كمية خامة الطين الصينى للكافّة

$$\text{لمقدار } ٢٨ / \text{ طين صينى نقي} = \frac{١٠٠ \times ٢٨}{٩٤} = ٢٩٨$$

$$٣ - \text{مقدار الفلسبار فى } ٣٠ / \text{ طينة لازقة} = \frac{٦ \times ٣٠}{١٠٠} = ١٨$$

تطرح هذه الكمية من مقدار الفلسبار النقى فى الخلطة

$$١٣٢ = ١٨ - ١٥$$

٤ - كمية خام الفلسبار المكافّة

$$\text{لمقدار } ١٣٢ / \text{ فلسبار نقي} = \frac{١٠٠ \times ١٣٢}{٩٠} = ١٤٧$$

٥ - كذلك تحتوى كمية الطينة اللازمة انحام المستعملة فى الخلطة بعد

$$\text{التعديل على} = \frac{4 \times 30}{100} = 12 \text{ من الزلط}$$

٦ - كما تحتوى كمية الطين الصينى انحام المستعملة فى الخلطة بعد

$$\text{تعديلها على} = \frac{6 \times 298}{100} = 18 \text{ من الزلط}$$

٧ - وتحتوى كمية الفلسبار انحام المستعملة فى الخلطة بعد تعديلها

$$\text{على} = \frac{10 \times 147}{100} = 15 \text{ من الزلط}$$

٨ - وعلى ذلك يكون مجموع مقادير الزلط المضافة كشوائب ضمن انحامات

$$\text{المستعملة السابقة هي } 12 + 18 + 15 = 45$$

تطرح هذه الكمية من مقادير الزلط المطلوب إضافته فى الخلطة لتصبح

$$29 - 45 = 245$$

وعلى ذلك تصبح مقادير مكونات الخلطة المطلوبة من انحامات المستعملة هي:

٣٠ ٪ من خامة الطينة اللازمة .

٢٩٨ ٪ من خامة الطين الصينى .

١٤٧ ٪ من خامة الفلسبار .

٢٤٥ ٪ من الزلط .

(٢) وجود المواد العضوية :

ليس للمواد العضوية السهلة التطاير تأثير ضار على المشغولات الخزفية طالما

كان تطايرها يتم فى درجات حرارة التسوية المنخفضة وجسم المشغول ما زال

مساميا تخرج منه بسهولة قبل مرحلة أكسدته . وإنما يحدث الضرر من وجود مواد كربونية غير متطايرة كالجرافيت أو صلبة التطاير كالمواد الأسفلتية أو القارية ، فهذه مواد يحتبسها الجسم الخزفي داخل بنيته الزجاجية المتكونة في مراحل التزجيج، ويستمر بقاءها فيه دون تطاير حتى مراحل التسوية ذات درجات الحرارة العالية عندما تتحلل مسببة حدوث انتفاخات وانثاقات تضر بجسم المشغول . كما تعمل المواد الكربونية الصلبة التطاير على اختزال أكسيد الحديد وثالث أكسيد الكبريت الناتج عن تفكك الكبريتات مكونة مواد من أكسيد الحديدوز والكبريت التي تضعف من متانة الجسم وتسبب اسوداد داخله . وأخطر ما يكون تأثير المواد العضوية هو في مشغولات الطينيات الجيرية والحديدية ذات درجات حرارة تسوية منخفضة .

وللتخلص من المواد العضوية تجرى عمليات تسوية المشغولات المحتوية عليها في جو مؤكسد يعمل على تحويلها إلى غازات متطايرة في درجات الحرارة المنخفضة قبل مرحلة تكوين البنية الزجاجية التي تحول دون خروجها من الجسم .

(٣) وجود الكبريت :

يسبب وجود المواد الكبريتية تولد غازات في أثناء عمليات تسوية المشغولات المحتوية عليها . وتحدث تلك الغازات تورمات وانتفاخات داخل جسم المشغول وانثاقات في سطحه إذا احتبست داخله دون أن تتسرب إلى الخارج قبل مرحلة تزجيج الجسم ومعاودة محاولة خروجها عند أكسدها في درجات حرارة التسوية العالية . وأخطر المواد الكبريتية المسببة لتلك الأضرار مواد البيريت والمرقشيثا .

وتأثير المواد الكبريتية أقل ضرراً في الطينات ذات الخواص الحرارية العالية من تأثيرها في الطينات ذات الخواص الحرارية المنخفضة، وذلك لسرعة تزجيج مشغولات الثانية قبل إتمام أكسدة وتطاير المواد الكبريتية واحتباسها داخله .

كذلك يدل وجود الكبريت وخاصة ثالث أكسيد الكبريت في نواتج التحليل الكيميائي للطين على وجود أملاح كبريتات الكالسيوم والمغنيسيوم القابلة للذوبان . وهذه المواد مضارها التي سنتناولها في موضوع الأملاح الذائبة .

وللتخلص من المواد الكبريتية يعمل على أكسدتها وتطايرها من داخل الجسم قبل مرحلة تزججه مثلها في ذلك مثل طرق التخلص من المواد العضوية السابقة . لذلك تسوى الأجسام المحتوية على مواد كبريتية في جو مؤكسد مع إطالة فترة تسويتها في درجات الحرارة المنخفضة حتى يتمكن من التخلص الكامل من تلك المواد على هيئة غازات متطايرة قبل تكون البنية الزجاجية في جسم المشغول . كذلك تساعد المواد الخشنة المحدثه لمسامية الجسم على تسرب الغازات إلى خارجه . كذلك تعمل بعض أنواع البكتيريا على التخلص من الكبريت في الجسم الطيني بعد تشكيله ويخرج على هيئة غاز كبريتيد الأيدروجين، لذلك ينصح بترك الجسم الطيني بعد تشكيله فترة طويلة قد تصل إلى عدة شهور في مكان دافئ مناسب لنمو البكتيريا .

ويوجد الكبريت في الطين على هيئة مركبات كبريتية ذائبة ، أو على هيئة مسدني اليريت والرقشيثا ، أو على هيئة مركبات الثيوسيليكات والثيوسيليكات .

(٤) وجود الأملاح القابلة للذوبان^(١) :

تحتوى جميع أنواع الطينيات الطبيعية بوجه عام على نسب متفاوتة من الأملاح الذائبة . ويتوقف نوع هذه الأملاح على طبيعة الأرض المستخرج منها الطين . كذلك تتغير نسب وجود هذه الأملاح تبعاً لفترات ومواعيد تخزين الطين قبل استعماله .

مصادر هذه الأملاح :

تتعدد مصادر الأملاح القابلة للذوبان فى الطينيات ، فيرجع وجودها إلى المصادر الآتية :

(١) المياه الجوفية : وهى أغلب المصادر التى تتسرب منها الأملاح إلى الطين وذلك عند ارتفاع تلك المياه المحتوية على أملاح كبريتات الكالسيوم والمغنيسيوم ذائبة فيها من داخل القشرة الأرضية ، وترتفع المياه الجوفية خلال مسام الصخور الأرضية بالخاصة الشعرية وتستقر على سطح التربة أو الطين لحين تبخرها وترك ما بها من أملاح تختلط بالطين . ونجد هذه الظاهرة واضحة فى طفال إسنا بالوجه القبلى حيث تتصاعد محاليل تترات الصوديوم وكلوريده وكذلك الجبس إلى طبقات الطفل العليا ، وتتركز بفعل البخار السطحي حتى تصل نسبتها إلى ٢٤ تقريباً فى القشرة السطحية منها ، بينما لا تزيد نسبتها على ٤٪ فى الطبقات تحت القشرة .

(١) كولين : استعمال كبرونات الباريوم لمنع تكوين الريم فى الأجسام الخزفية .
مجلة المختار من الخزف (طبعة ما وراء البحار) ، (١) ، رقم ٧ ، ٢٤٢ — ٢٤٧ ،
أبريل ١٩٥٠

(٢) تلوث الطينات عند استعمال مياه الآبار والينابيع العسرة المحتوية على أملاح الكالسيوم والمغنيسيوم ذائبة فيها في عمليات تليين الطين وعجنه .

(٣) تتكون الأملاح الذائبة في الطين المحتوى على شوائب من البيريت عند تعرضه للعوامل الجوية . فيتفتت الطين في فصول السنة الجافة وتزداد مساحة السطح المعرض منه للهواء ، وتتكشف البيريت لفعل أكسجين الهواء الذى يؤكسدها إلى كبريتات الحديد كما في التفاعل الآتى .



وقد يتصاعد ثانى أكسيد الكبريت عند زيادة عملية الأكسدة مع تحول البيريت إلى كبريتات الحديد — وذلك كما في التفاعل الآتى :



ويحدث في فصول الأمطار أن تذوب الكبريتات وتختلط بالطين أو يتفاعل محلولها مع محاليل أملاح الكالسيوم والمغنيسيوم الموجودة في المنطقة مكونة كبريتات الكالسيوم والمغنيسيوم ، وتتحول كبريتات الحديد إلى مركبات حديد أخرى .

(٤) يعتبر الوقود الطبيعى من فحم أو بترول عند ما يحتوى على مواد كبريتية مصدراً من مصادر هذه الأملاح الذائبة ، وذلك لتحول المواد الكبريتية عند احتراقها في أفران التسوية إلى حامض كبريتيك يذيب مركبات الطين المعدنية مكونة كبريتاتاتها التى تختلط بالمشفولات الطينية داخل الأفران ما لم توضع داخل صناديق مستورة عن اللهب .

(٥) تنتج عمليات تميؤ الطين إلى السيليكا المائية القابلة للذوبان .

(٦) تسبب أنواع البكتيريا الكبريتية تحلل المواد الكبريتية عديدة الذوبان إلى مركبات كبريتية تقبل الذوبان .

ومن الملاحظ ازدياد نسبة الأملاح الذائبة في الطينيات القريبة من المجارى المائية وفي المناطق الرطبة عن نسبتها في الأماكن البعيدة عن تلك المجارى، وفي المناطق الجافة . ويعمل ادمصاص سطح دقائق الطين لأيونات هذه الأملاح على بقائها فيه وصعوبة التخلص منها في عمليات الفسيل والتنقية .

وتتفاوت مقادير ونوع هذه الأملاح من طينة لأخرى ، فقد وجد ميلارد أن بعض الطينيات الكروية تفرز نحو ٤ر٠٪ من الأملاح الذائبة ، بينما يفرز الطين الصيني مقداراً بسيطاً منها لا يتجاوز ١٥ر٠٪ ومن أنواع الطين ما هو خال تماماً من هذه الأملاح، ومنها ما يحتوي على نحو ١٥ر١٪ منها أو أكثر من ذلك .

أنواع الأملاح الذائبة وتأثيراتها :

تنقسم الأملاح الذائبة من حيث نوعها ودرجات تأثيرها الضار على خواص الطين ومشغولاته إلى أربعة أنسام هي :

(١) الأملاح القلوية : وذلك مثل أملاح البوتاسيوم والصوديوم ، كما

يضم هذا القسم أملاح البورات أيضاً . وأملاح هذا القسم شديدة الذوبان في الماء سهلة التسرب من الطين ، لذلك يندر وجود هذه الأملاح في الطينيات إلا حيث يكثر وجودها في المناطق المجاورة للطين ، أو في المناطق الصحراوية حيث ينعدم البناء الذي يعمل على إذابتها وتسربها من الطين . وتوزع هذه

الأملاح توزيعاً غير منتظم في طبقات الطين فهي إذ تتركز في طبقاته العليا السطحية تسكاد تنعدم في الطبقات السفلى والطبقات المغطاة منه ، وذلك كما في طفل إسنا حيث تتركز نترات الصوديوم في الفشور السطحية من رواسبه بالغة نحو ٢١ ٪ من الصخر ، بينما لا تتجاوز نسبتها ٤.٠ ٪ في الطبقات السفلى.

وبسبب وجود الأملاح القلوية في الطين انخفاضاً في خواصه الحرارية ، إذ تعمل كمساعدات صهر ، ولا تؤثر هذه الأملاح تأثيراً ضاراً في لون المشغولات الطينية بعد تسويتها. وللأملاح القلوية عند وجودها بمقادير مناسبة تأثير مفيد في تحسين نعومة سطح أجسامها الخزفية ، كما تساعد عند وجودها في سطح المشغول على ارتباط طبقات التزجيج به ، وتصلح مشغولاتها في عمليات التذهيب والتعليق . وتعمل الطينات القلوية لخاصة قدرة ربطها في خلطات البطانة والخلطات المستعملة في زخرفة تحت التزجيج في مشغولات الفخار الأحمر .

(٢) الأملاح القلوية أرضية : وذلك مثل أملاح الكالسيوم

والمغنيسيوم ، وهذه الأملاح أضرار ملحوظة على خواص المشغولات المحتوية عليها ، فهي تسبب تشويه سطح الجسم بتكوينها طبقات من الريم والرغاوى والمقاييع عليه بعد التسوية : وأكثر الأملاح القلوية أرضية انتشاراً في الطينات هي الجبس الذي هو أكثر الأملاح الذائبة عامة إضراراً بالمشغولات الخزفية . أما كبريتات الماغنيسيوم فهي أقل من الجبس وجوداً في الطين وإضراراً به وبمشغولاته . وترجع أضرار الجبس للمشغولات إلى قلة ذوبانه في الماء ، إذ يذوب بنسبة جزء منه لكل ٤١٥ جزءاً من الماء في درجات الحرارة العادية ، لذلك فمن الصعب التخلص منه في عمليات التنقية بالغسيل ، واستمرار وجوده

في الطين المنسول وعودته ليذوب في ماء التلين، والعجن، ويختلط بمحلوله بجسم المشغول متخللاً مسامه، ويرتفع إلى سطح الجسم حيث يتبخر الماء عند التسخين في عمليات التسوية تاركة طبقات بيضاء تعرف عند الخزافين بالريم. ومما يعمل على استمرار فعل كبريتات الكالسيوم الضار عدم تفكك المادة قبل درجة حرارة ١٢٠٠° م. الدرجة التي لا تصل إليها تسوية كثير من منتجات الطين الفخارية والزلطية، كذلك تعمل قوة تماسك والتصاق ريم المادة بـ سطح المشغول على صعوبة إزالته بالماء أو بسوائل التنظيف العادية. وليس لباقي المركبات التلوي أرضية إضرار على المشغولات الخزفية كإضرار كبريتات الكالسيوم فيتحول أيدروكسيد الكالسيوم إلى الكربونات بمجرد ارتفاعه على سطح الجسم لاتحاده بثاني أكسيد الكربون الموجود في الفرن، ومن السهل إزالة طبقة كربونات الكالسيوم من فوق سطح الجسم بغسلها بسوائل تحتوي على حامض الأيدروكلوردريك المخفف. أما كلوريد الكالسيوم فهي مادة شديدة التميع سهلة الإزالة عند غسلها بالماء. كذلك تتحلل مادة فلوريد الكالسيوم بسرعة في درجات الحرارة المنخفضة، لذلك تعتبر رواسب تلك المواد ربما مؤقتاً يسهل إزالته.

والريم الناتج من طفق كبريتات الكالسيوم أكثر وضوحاً على سطح المشغولات الحمراء والبنية من وضوحه على سطح المشغولات فاتحة اللون. ولريم كبريتات الكالسيوم قدرة امتصاص وهضم بعض مواد طبقات التزجيج المطبقة فوقه لاتحاده بها في عمليات نضج التزجيج، وتعمل هذه الخاصية على محو آثار ذلك الريم من فوق سطح الجسم، كما تقوى من ارتباط طبقات التزجيج والتصاقها بـ سطح المشغول.

(٣) أملاح الحديد القابلة للذوبان : وذلك مثل كبريتات الحديد وأكاسيده

المائية .

وهذه مواد أقل وجوداً وإضراراً من أملاح الكالسيوم .

وتتلف هذه المواد عند وجودها في جسم المشغول على سطحه في عمليات التسوية مكونة نوعاً من الريم الأحمر أو البني ضعيف الوضوح على سطح المشغولات قائمة الألوان ، لكنها تظهر على سطح المشغولات ذات الألوان الفاتحة ، وذلك على عكس ريم كبريتات الكالسيوم أبيض اللون . وقد يستفاد من لون الريم الحديدي كزخرف مصادف عند تباينه مع لون سطح مشغوله ، وذلك كما في حالات مشغولات تريعات وطوب الوجهيات .

(٤) أملاح الفاناديوم : وهذه أقل وجوداً في الطين من أملاح

الكالسيوم والحديد ، كما أنها أقل إضراراً من أملاح الكالسيوم . ويبدو ريم هذه الأملاح على شكل مجموعات الزهور والأوراق الخضراء المصفرة تزين سطح المشغول المتباين معها في اللون وخاصة ما كان منه ذا لون أحمر قاتم ، ويتسكون ريم أملاح الفاناديوم عند مقاومتها للاتحاد بسيليكات الأجسام الخزفية في درجات حرارة التسوية العالية .

وينبغي أن نفرق بين ريم أملاح الفاناديوم على سطح المشغولات الخزفية وبين ما يشاهد من بقع خضراء أو صفراء على السطح الخارجي لسقوف التريعات والطوب في الأماكن الرطبة والتي تنتج من نمو بعض أنواع الفطر على سطح تلك المشغولات المسامية الرطبة .

وللريم الحديدي والفاناديومي تأثير ضار عند تزجيج سطح أجسامها

وذلك بعكس تأثير ريم كبريتات الكالسيوم في هذه الناحية ، فيقاوم ريم المركبات الحليميدية و الفلاديدية الاتحاد بمواد طبقات التزجيج، ويضعف من ارتباط والتصاق طبقاته بسطح المشغول وخاصة مشغولات الفخار الأحمر .

قابلية ذوبان الأملاح المشهورة^(١) :

يبين الجدول الآتي قابلية ذوبان الأملاح المشهورة في الماء في درجات الحرارة العادية ، وذلك كقedar الملح بالجرامات الذائبة في مائة جرام من الماء :

المركب		المركب	
الوزن الجزيئي	قابلية الذوبان	الوزن الجزيئي	قابلية الذوبان
١٣٦	١٧٩	١٩٧	٠.٠٢٢
١٧٢	٠.٢٤١	٢٣٣	٠.٠٠١
١٠٠	٠.٠١٣	٢٤٤	٣٦٢
٧٤	٠.١٢	١٧٥	٠.١٦٣

كـ كـ اـ
 كـ كـ اـ ، ٢ يد ٢
 كـ (ا يد) ٢

(١) كتاب شركة المطاط الكيميائية في الكيمياء والطبعية .

تابع الجدول السابق

قابلية الذوبان	الوزن الجزئي	المركب	قابلية الذوبان	الوزن الجزئي	المركب
٥٥٦	٣١٦	ب (أيد) ٢، ٨ يد ١	٤٩٦	١١١	ك كل ٢
يتصلب	١٦٩	ف ك	٣٧٣	٢١٩	ك كل ٢، ٦ يد ١
لا يذوب	١١٦	ح ك ١	٠٠٣٧	٧٨	ك قل ٢
١٦٠١	١٩٩	ح كل ٢، ٤ يد ١	يتصلب	٧٢	ك ك
٠٠٠٦٧	٩٠	ح (أيد) ٢	٠٠١٠٦	٨٤	م ك ١
٧٤٣٩	١٦٢	ح كل ٣	٠٠٤	٤٨٦	م ك ١، ٥
٢٤٦	٢٧٠	ح كل ٢، ٦ يد ١	١٦٧	٢٠٣	م ك ٢، ٦ يد ١
لا تذوب	١٠٧	ح (أيد) ٢	٠٠٠٩	٥٨	م (أيد) ٢

طرق التخلص من تأثيرات الأملاح انذائية الضارة :

تعتبر مادة كبريتات الكالسيوم من أكثر المواد الضارة بالمشغولات الخرفية — لذلك فهي من المواد التي تسترعى الانتباه عند وجودها في الطين وتعمل الاحتياطات اللازمة لإزالتها من الطين أو إبطال فعلها الضار على المشغولات . وأهم الطرق المتبعة للتخلص من التأثيرات الضارة لتلك المادة هي :

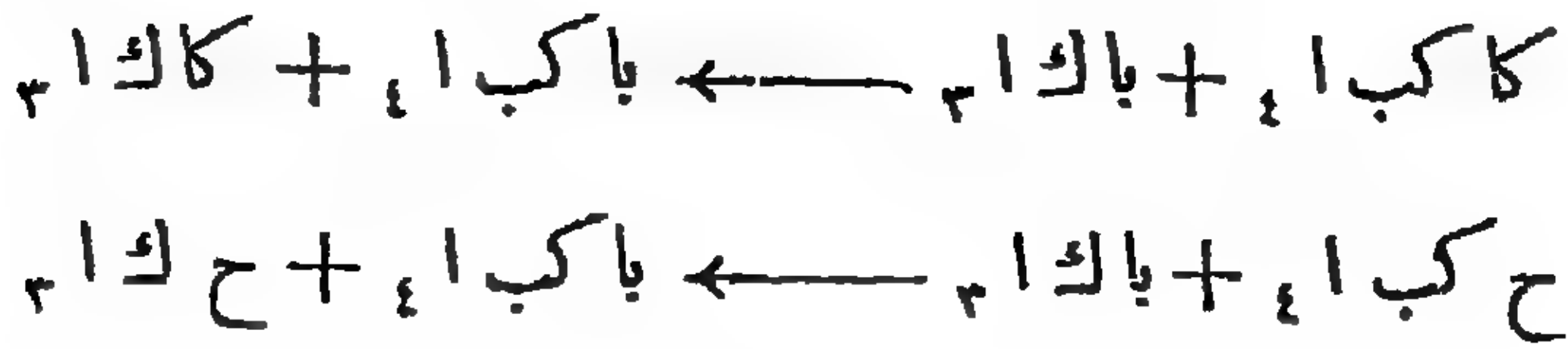
(١) إزالتها بالغسيل .

(٢) إبطال فعلها بالتترسيب .

طريقة الغسيل : تترك بعض مصانع الخزف وخاصة في البلاد الممطرة خاماتها الطينية معرضة لفترات طويلة قد تصل إلى ثلاث سنوات، لتعمل الأمطار المطالة فتذوب مادة كبريتات الكالسيوم في مياه الأمطار الغزيرة ويتخلص الطين منها بعد ذلك . وهذه طريقة ناجحة رخيصة التكاليف . إلا أن هذه الطريقة غير متيسرة في مصر لعدم توافر الأمطار وسقوطها بصفة مستمرة . كذلك لا تصلح طريقة الغسيل هذه في حالة الطينات المحتوية على البيريت التي تسبب عمليات الغسيل لها ارتفاع نسبة الكبريتات في الطين لأكسدة المعدن بأكسجين الهواء إلى كبريتات، لذلك يفضل اتباع طريقة الترسيب الآتية لإبطال فعل الكبريتات .

طريقة الترسيب : وفيها ترسب كبريتات الكالسيوم على هيئة كربونات الكالسيوم وكبريتات الباريوم ، وكلاهما عسر الذوبان في الماء . وتستعمل للترسيب محاليل كربونات الباريوم بصفة أساسية أو أى محلول باريومى آخر

مثل الأيدروكسيد أو الكلوريد أو الفلوريد . والتفاعل الحادث في عمليات الترسيب هو :



وفي حالة استعمال محاليل أيدروكسيد الباريوم أو كلوريد أو فلوريد مع محلول كبريتات الكالسيوم ينتج مع كبريتات الباريوم الناتجة مركبات من أيدروكسيد أو كلوريد أو فلوريد الكالسيوم ، وهذه ذات تأثيرات مؤقتة يسهل التخلص منها كما سبق ذكر ذلك .

كميات أملاح الباريوم اللازمة لترسيب كبريتات الكالسيوم :

يتوقف فعل أملاح الباريوم في ترسيب الكبريتات على مقدار نشاط الملح . ويحد من نشاط الملح في العملية ما يدمص منه على سطح دقائق الطين ومقدار ما لا يتفاعل منه نتيجة لعدم جودة اختلاطه بالطين . وينصح بعض الخرافين بإضافة الملح بمقدار ضعف كمية الكبريتات في الطين . وتتراوح مقادير الملح المستعملة في أغراض ترسيب الكبريتات ما بين ٥ر٠ - ١ر٠ / من وزن الطين الجاف عادة .

إلا أنه يجب الحذر من زيادة مقدار ملح الباريوم المضاف إلى الطين عن القدر اللازم لترسيب الكبريتات ، إذ تعمل الزيادة من ملح الباريوم عمل الأملاح الذائبة وتسبب متاعب أخرى للمشغول عند تسويته . لذلك يجب حساب الكميات اللازمة من أملاح الباريوم في عملية ترسيب الكبريتات

حساباً مضبوطاً في كل عملية ترسيب تجري للطين . وتقدر كمية الملح الباريومي اللازمة لعملية الترسيب بأحدى الطرق الآتية :

(١) حساب مقدار ملح الباريوم اللازم لترسيب مقدار كبريتات الكالسيوم الموجودة في الطين من نتائج التحليل الكيميائي للطين ، فيحتاج كل جرام واحد من الكبريتات على هيئة ثالث أكسيد كبريت المدون في نتائج التحليل إلى ٠.٢٥ جراماً من كربونات الباريوم، أو يحتاج كل جرام واحد من كبريتات الكالسيوم المائية (الجبس) إلى ٠.١١٤ جراماً من كربونات الباريوم .

(٢) التقدير المباشر لكمية ملح الباريوم اللازمة لعملية الترسيب .

(٣) التقدير المباشر لكمية كربونات الباريوم اللازمة لعملية الترسيب .

ويحتاج عند استعمال أملاح الباريوم وخاصة كربوناتها إلى تقدير نشاطها أو الكمية الفعالة في المادة الباريومية المستعملة في كل من درجة حرارة التفاعل ومدته . ويبلغ نشاط كربونات الباريوم الصناعية ٣٦ — ٣٨ ٪ من وزنها ، أما الأنواع الطبيعية مثل الونذريت فضعيفة النشاط إذ يقل عن ٢٥ ٪ من وزنها ، لذلك فلا ينصح باستعمالها .

أملاح الباريوم المستعملة في عمليات ترسيب الكبريتات :

أكثر مركبات الباريوم المستعملة في عمليات الترسيب هي كربونات الباريوم الصناعية لتعومتها ونشاطها ورخصها، ولما تستعمل مركبات الباريوم الأخرى لغاؤها من جهة ولتكوينها لبعض أنواع الأملاح الذائبة التي تحتاج إلى عمليات تنظيف وإزالة ما تخلفه من ريم مؤقت .

وعند استعمال أيديروكسيد الباريوم لغرض الترسيب تضاف بكمية أقل من المقدار المحسوب ثم يتم ترسيب باقي الكبريتات بإضافة محلول كربونات الباريوم حتى لا يتسبب عن وجود زائد من أملاح الباريوم الذائبة مضار بالشغول عند تسويته . ويفضل استعمال أيديروكسيد الباريوم في بعض عمليات الترسيب عن استعمال كربونات الباريوم لبطء تفاعل الأخير . وتستعمل كربونات الصوديوم اللامائية بدلا من كربونات الباريوم لإتمام ترسيب الكبريتات الذائبة عند استعمال أيديروكسيد الباريوم أو أملاح الباريوم الأخرى كموامل ترسيب، ويفضل استعمال كربونات الصوديوم في هذه الناحية لرخصتها عن كربونات الباريوم، ولما تكسبه من لازية للطين. وفي حالة استعمال كربونات الصوديوم بمقادير كبيرة يجب أن يلبس العمال قفازات من المطاط حتى لا يؤذى تأثير المادة الكاوي أيديهم في عمليات العجن .

وتستعمل في بعض الأوقات محاليل كلوريد الباريوم أو فلوريده في عمليات الترسيب وتتساوى المادتان في الميزان والمضار وطريقة الاستعمال مع مادة أيديروكسيد الباريوم، ويجب مراعاة أن أملاح ومركبات الباريوم الذائبة في الماء ذات تأثير سام لمن يتناولها داخل جسمه . وتعالج الإصابات بشرب المصاب محلول كبريتات الصوديوم .

ويستعمل الآن الرماد الأسود وهو كبريتيد باريوم تجارى في عمليات الترسيب، ويتحلل الرماد في الماء إلى أيديروكسيد الباريوم ويتصاعد غاز كبريتيد الأيدروجين، ولما كان الغاز الناتج كريه الرائحة مما يسبب مضايقات للمشتغلين في العملية، لذلك يستعمل الرماد وهو جاف فيخلط المقدار اللازم منه بالطين خلطاً جافاً، وينتج الرماد الأسود من عمليات اختزال الباريات

(كبريتات الباريوم الطبيعية) أو كبريتات الباريوم الصناعية الناتجة كفضلات من بعض الصناعات، وتجرى عملية اختزال المادة بتسخينها مخلوطة مع تراب الفحم .

طرق إضافة أملاح الباريوم :

تضاف أملاح ومركبات الباريوم في عمليات الترسيب على عدة طرق ، هي .

١ — تضاف كربونات الباريوم إلى الطين الجاف قبل طحنه في طواحين خلط الرطبة أو تضاف إلى الطين قبل وضعه في أحواض التليين .

٢ — تضاف كربونات الباريوم إلى ماء التليين بالنسبة المطلوبة مع تقليب الماء باستمرار للحصول على محلول معلق متجانس منها ، ثم يضاف المحلول المعلق إلى الطين بمقادير معينة عن طريق أنابيب يمر فيها .

٣ — يستخدم سيقون طافي لتزويد الطين بالكميات اللازمة من محلول كلوريد الباريوم أو أيديروكسيده .

ولا تضاف الكربونات على هيئة مسحوق جاف إلى الطين الرطب في طواحين الخلط ، إذ تفقد الكربونات جزءاً كبيراً منها دون أن يتفاعل مع الكبريتات الذائبة في الطين .

زيادة نسبة مكونات الطين

تناولنا من فوائد التحليل الكيميائي لتعيين معرفة درجة نقائه والانتفاع بها في تعديل نسب مكونات الخلطات حسب درجة نقاء خاماتها ، كذلك

يدل التحليل الكيميائي على نوع ومقدار الشوائب الضارة بالطين ويستفاد من ذلك تلافي أضرار تلك الشوائب قبل تشغيل الطين في العمليات الخزفية .

وبدل التحليل الكيميائي للطين على ارتفاع نسبة بعض مكوناته الآتية :

١ — زيادة نسبة ماء الارتباط :

كمية الماء المرتبط بالطين حسب التقدير النظري هي ٩.١٣٪ ، وترتفع هذه النسبة في مركبات سيليكات الألومنيوم المائية الأخرى ، كما في معادن الهولوسيت والألوفين وغيرها من معادن أشباه الطين ، ولا يخرج ماء الارتباط من المشغولات الطينية في أثناء عمليات تجفيفها ، بل يبقى منه ما يزيد على ١٠٪ من وزن الطين بعد تسخينه في درجة حرارة ١١٠°م ، ولا يتم التخلص من جميع ماء الارتباط في طين جسم المشغول قبل تسخينه إلى درجة حرارة ٣٣٠°م ، وتسبب زيادة ماء الارتباط في الطين كبر معامل انكماش مشغولاته ، وما يترتب على ذلك من حدوث التشقق والتشريح في الأجسام عند تسويتها ، وتعالج الطينيات المحتوية على نسب عالية من ماء الارتباط بإضافة مواد خشنة تعمل على خفض معامل الانكماش عند التسوية .

ومما يجدر ملاحظته أن الفقد في وزن الطين عند تسخينه لا يرجع فقط إلى خروج ما به من ماء بصفة دائمة فقد يكون الفقد في الوزن نتيجة لتطاير المواد العضوية الكربونية أو نتيجة تفكك الكربونات عند وجودها بالطين .

٢ — ارتفاع نسبة السيليكات :

يدل ارتفاع نسبة السيليكات في الطين عن معدلها إلى وجود معدن الكوارتز

أو إلى وجود حامض سيليك أو مواد سيليسية أخرى ، ويجب مراعاة ذلك عند إضافة مساعدات الصهر إلى خلطات الطين السيليسي .

٣ — ارتفاع نسبة الجير :

يسبب ارتفاع نسبة الجير في الطين قصر المسافة أو المدى الحراري بين بدء عملية التزجيج وليونة الجسم عند تسويته . لذلك يسبب الجير عند وجوده بنسبة مرتفعة في الطين سرعة انصهار المشغول وخاصة تحت تأثير ثقل الشحنات في أفران التسوية . ويحدث هذا عندما يكون الجير موزعا توزيعاً متجانساً في جسم المشغول . أما إذا كان الجير موجوداً على هيئة فتات خشنة لم يعتن بطحنها وخلطها جيداً فيسبب عندئذ حدوث انتفاخات وبثور على سطح المشغول عند التسخين ، كذلك تسبب تلك الأجسام الخشنة حدوث تشقق أو تشريح عندما تنسرب إليه الرطوبة لزيادة حجمه .

استنتاج بعض خواص الطين

يمكن استنتاج بعض خواص الطين من نتائج تحليله الكيميائي ، وذلك كما في حالة الخواص الآتية :

(١) الخواص الحرارية :

يمكن الاستدلال على خواص الطين الحرارية مما تحتويه نتائج تحليله الكيميائي من أكسيد الحديد والماغنيسيا والقلويات وغيرها من مساعدات الصهر الأخرى ، فتتخفف خواص الطين الحرارية إذا احتوى على نسب عالية من مساعدات الصهر . كما أن لتويع مادة مساعد الصهر دخلاً كبيراً في خفض خواص الطين الحرارية بجانب كميته .

وترتفع خواص الطين الحرارية بارتفاع نسبة الألومينا فيه عن المعدل .

(٢) اللون بعد التسوية :

يمكن الاستدلال بصفة تقريبية على لون المشغول الطيني بعد تسويته مما يحتويه تقرير التحليل الكيميائي للطين من أكاسيد ذات تأثير لوني كأكسيد الحديد وأكسيد المنجنيز والروتيل وغيرها .

أما الألومينا والجير والماغنيسيا فيسبب وجودها فتح اللون .

ويختلف لون المشغول الطيني بعد تسويته إذا كانت نسبة الأكسيد به تقل عن ١ ٪ ، ويصبح لونه قهياً إذا تراوحت نسبة الأكسيد فيه بين ١ — ٣ ٪ ، ويقتم لون المشغول بعد التسوية إذا زادت نسبة الأكسيد به على ٣ ٪ ، ومن الصعب التكهن بدرجة اللون الناتج بعد التسوية عند زيادة نسبة أكسيد الحديد على ٣ ٪ ، ويحتاج لمعرفة لون الجسم بعد التسوية إلى حرق عينة من الطين ليتثنى معرفة اللون الحقيقي للجسم بعد تسويته ولنعومة الأكسيد وحالة وجوده بالطين وما يحتويه الأخير من مواد أخرى وكذلك لطريقة المعالجة الحرارية للمشغول ، كل ذلك له تأثير على لون المشغول بعد تسويته بجانب ما به من نسبة أكسيد الحديد .

مسائل

- ١ — استنتج واحسب النسب المثوية لمكونات عينة من الطين وزنها ٩٩٩٨ ر . من الجرام ، كان وزن الراسب المتخلف من هضم العينة في حامض الكبريتيك المركز هو ٣٩٠٨ ر . من الجرام ، ووزن الفلوريدات المتطايرة من العينة هو ٢٩٧٠ ر . من الجرام .

٢ — استنتج واحسب النسب المثوية لمكونات طين نتائج تحليل عينة من :

وزن العينة = ٩٩٦٨ ر. من الجرام .

وزن الراسب المتخلف من هضم العينة في حامض

كبريتيك مركز = ٤٠٢٦ ر. من الجرام .

وزن الألومينا في الراسب السابق = ٠١٨١ ر. من الجرام .

٣ — احسب النسب المثوية لأكاسيد المعادن الآتية :

(١) الكاولينيت : لو ٢ ا ٣ ، ٢ ص ٢ ، ٢ يد ٢ ا .

(ب) الأورثوكليز : يو ٢ ا ، لو ٢ ا ٣ ، ٦ ص ٢ ا .

(ج) الطباشير : كا ك ا ٣ .

(د) البوراكس : ص ٢ ب ، ا ٧ ، ١٠ يد ٢ ا .

(هـ) الموليت : ٣ لو ٢ ا ٣ ، ٢ ص ٢ ا .

٤ — احسب نسبة الرطوبة والفقد في وزن الطين بعد تسويته في العينات الآتية ، وذلك على أساس :

١ — وزن العينة أو الوزن الرطب .

٢ — الوزن الجاف .

٣ — الوزن بعد التسوية .

رقم	وزن العينة	وزن العينة الجافة	وزن العينة بعد التسوية
١	٢٣٨	٢٢٧	٢٠١
٢	٤٩٦	٤٥٦	٤٠١
٣	٣٨١	٣٨٠	٣٢٦
٤	٤٢١	٤٠٠	٣٩٨
٥	٤٣٢	٣٢٠	٢٩٧
٦	٦٧٢	٥٢١	٤٣٦

د — إذا كانت نسبة الفقد في الوزن بعد التسوية في عينة من الطين هي ١٨٪ ، فاحسب نسبة الفقد في الوزن على أساس العينة بعد تسويتها .

٦ — إذا كانت نسبة الفقد في الوزن بعد التجفيف في عينة من الطين هي ١١٪ ، ونسبة الفقد في الوزن بعد التسوية بالنسبة لوزن العينة هو ١٧٫٢٪ ، فاحسب نسبة ماء الارتباط في الطين على أساس كل من الوزن الجاف والوزن بعد التسوية .

٧ — عند تحليل عيّنات من الطين المصري وجدت أوزان أكاسيدها كالمبينة في الجدول الآتي بالجرامات ، أوجد نسب الأكاسيد المثوية لكل عينة منها :

وزن المينة	١١١١	٩٠٩١	٨٣٣٣	٤٢٨٦	١٠٠٠٠	٩٠٩١	١٦٦٦٧	٢٥٠٠٠
س ٢	٠٠٤٩٢٢	٠٥٩١٨	٠٣٠٩١	٠٩٧٥٧	٠٤٩٦٠	٠٢٤٢٧	٠٧٧١٦	٠٨٩٥٠
ق ٢	٠٤٣٠٠	٠١٤٦٣	٠١٣٦٦	٠٤٢٤٢	٠١٧٥٠	٠٨٥٤٣	٠٢٨١٦	٠٣٦٢٥
ح ٢	٠٠٠٥٥	٠٠٣٨١	٠٠٣٦٦	٠١١٤٣	٠١١٥٠	٠١٤٣٦	٠٠٢٥٠	٠١٥٢٥
ط ١	٠٠٠٢٢	٠٠٠٣٨	٠١٢٢٥	٠٠٠٢٨	٠٣٨٤٠	٠٢٤٥٥	٠١٩٨٣	٠٣٤٠٠
ك ١	٠٠٠٢٢	٠٠١٠٠	٠٠١١٦	٠٠٠٢٨	٠٥٨٠٠	٠١٦٠٠	٠٠٨١٦	٠٢٥٥٠
(بوصى) ١	٠٠٠٥٥	٠٠٣١٨	٠٠١٢٥	٠٠٠٧١	٠٠٠٥٠	٠٠٠٤٥	٠١٧٨٣	٠٠٢٧٥
يد ٢	٠١٥٦٦	٠٠٦٥٤	٠٠٨٦٦	٠١٣٠٠	٠٤٨٠٠	٠١٠١٧	٠١٠٣٣	٠٠٨٠٠
قي ٢	٠٠١٦٧	٠٠١١٨	٠٠١٢٥	٠٠١٧١	٠٠١٩٠	٠٠١٠٩	—	—
ك ١	—	٠٠١٠٠	٠٠١٠٥	—	—	٠٠١٤٥	٠٠٢٢٦	٠٢٩٧٥

٨ - احسب وزن قانون كل من المعادن الآتية :

المعادن	بو ٢	أ	ص ٢	أ	كا	١	ما	١	لو ٢	ح ٣	٢	س ٣	٢	يد ٢
فاسبار	٠٠٦٠	٠٠٣٥	٠٠٣٠	٠٠٣٠	٠٠٣٠	٠٠٣٠	٠٠٣٠	٠٠٣٠	٠٠٣٠	٠٠٣٠	٠٠٣٠	٠٠٣٠	٠٠٣٠	٠٠٣٠
حجر كورنوبول	٠٠٣٤٩٠	٠٠٣٤٤٥	٠٠٣٦٩١	٠٠٣٧٤	٠٠٣٧٤	٠٠٣٧٤	٠٠٣٧٤	٠٠٣٧٤	٠٠٣٧٤	٠٠٣٧٤	٠٠٣٧٤	٠٠٣٧٤	٠٠٣٧٤	٠٠٣٧٤
اسبار اكسفورد	٠٠٤٦٨	٠٠٢٣٢	٠٠٢٥	٠٠٢٥	٠٠٢٥	٠٠٢٥	٠٠٢٥	٠٠٢٥	٠٠٢٥	٠٠٢٥	٠٠٢٥	٠٠٢٥	٠٠٢٥	٠٠٢٥
اسبار بكنجام	٠٠٨٥٥	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
اسبار جودفراي	٠٠٣٠	٠٠٥٤	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

٩ - استخراج القوانين الكيميائية المراد الآتية على أساس وحدة جزئية من كل من الأولمينا وأكسيد الحديد وأكسيد البور ، وذلك من نتائج تجاربها الكيميائية الآتية ، محسوبة على أساس نسب مئوية :

المواد	ب	ص	ا	كا	ما	ل	ح	ب	ا	ب	س	ا	ب	ي	ا	ن
فلسبار صوديومي	٠٠٦٢	٠٠٦٢	٠٠٥٠	٠٠١٨	٠٠١٨	٠٠٢٧	٠٠٢٧	٠٠٢٧	٠٠٢٧	٠٠٢٧	٠٠٢٧	٠٠٢٧	٠٠٢٧	٠٠٢٧	٠٠٢٧	٠٠٢٧
مشغول صيني	١١٠٨٢	١١٠٧٤	١١٠٤١	٠٠٢٤	٠٠٢٤	٠٠٢٨	٠٠٢٨	٠٠٢٨	٠٠٢٨	٠٠٢٨	٠٠٢٨	٠٠٢٨	٠٠٢٨	٠٠٢٨	٠٠٢٨	٠٠٢٨
طين	٠٠٧٠	٠٠٢٨	٠٠٣٢	٠٠٣٢	٠٠٣٢	٠٠٣٢	٠٠٣٢	٠٠٣٢	٠٠٣٢	٠٠٣٢	٠٠٣٢	٠٠٣٢	٠٠٣٢	٠٠٣٢	٠٠٣٢	٠٠٣٢
طين	٨٠٧١	١٠٦١	٠٠٩٨	٠٠١٦	٠٠١٦	٠٠٢١	٠٠٢١	٠٠٢١	٠٠٢١	٠٠٢١	٠٠٢١	٠٠٢١	٠٠٢١	٠٠٢١	٠٠٢١	٠٠٢١

١٠ - استخراج القوانين الكيميائية لمواد الأجسام الخزفية الآتية من النسب المتوية للمعادن المسكونة لها ، وذلك على أساس وحدة جزيئية من الألومينا ، واعتبار الطينيات فيها معدن كلونيت :

المكونات	(١)	(٢)	(٣)	(٤)	(٥)	(٦)
أورثوكلينز	٣٠٠٠	٣٣٠٠	٣٠٠٠	١٥٠٠	٢٠٠٠	١٨٠٠
طباشير	٢٠٠	—	٢٠٠	—	١٠٠	٠٠٥٠
طين صيني	١٧٠٠	٢١٠٠	٣٧٠٠	٣٥٠٠	٢٥٠٠	٣٥٠٠
طينة لازقة	٣٥٠٠	٢٦٠٠	١٠٠٠	٢٠٠٠	٢٥٠٠	١٠٠٠
كربونات ماغنيسيوم	—	—	—	—	—	٠٠٥٠
زلط	١٦٠٠	٢٠٠٠	٢٠٠٠	٢٠٠٠	٢٩٠٠	٣٦٠٠

١١ - استخرج واحسب نسب مواد البيانات الآتية من النسب الذرية انواتج التحاليل الكيميائية الآتية ، وذلك باعتبار التامري فيها مرة بوقاسا وأخرى صودا :

الأكسيد	(١)	(٢)	(٣)	(٤)	(٥)	(٦)	(٧)
س ^١	٦٣و١٧	٥٣و١٠	٤٧و٦٠	٤٦و٦١	٥٨و٣٩	٦٠و٤٠	٦٢و٥٢
ل ^١ ٢	٢٥و٠٩	٣٣و٠٦	٣٤و٠٠	٣٦و٤٧	٢٧و٥٠	٢٦و٥١	٢٥و٥٧
ح ^١ ٢	٠و٦٤	١و١٨	١و٣٥	١و٨١	٠و٣٦	١و١٤	٠و٩٢
ك ^١	٠و٣٥	٠و٣٨	آثار	٠و١٤	—	٠و٥٧	٠و٦٥
قلوي	٠و٨٠	٠و٨٣	٣و٠٠	١و٤٤	٤و٢٩	٩و٩٨	١و٠٤
يد ^١ ٢	٩و٧٠	١١و٣٢	١٣و٦٠	١٢و٨٠	٧و١٩	٨و٨٠	٩و٢٧

١٢ - احسب وزنت قانون كل من التركيبين الوزنيين الآتيتين :

س ^١	ل ^١ ٢	ح ^١ ٢	ك ^١	ط ^١	بو ^١ ٢	ص ^١ ٢	يد ^١
(١) ٧٠و٧٩	١٦و٧٥	٠و٢٢	٠و٢٤	٠و١٨	٨و٢٦	٣و٢٩	١و٤٦
(٢) ٧٢و٢١	١٦و٣٢	—	٢و٠٢	٠و٠٢	٤و٣٩	٢و٨٦	١و٩٧

١٣ — إذا كان وزن خلطة منصهرة هو ٩٦٢ر٣٨ جراماً ، وكان وزنها قبل الانصهار كيلو جراماً واحداً ، احسب نسبة فقد الوزن في الطين أحد مكونات تلك الخلطة إذا كان الطين هو المادة الوحيدة التي يحدث فيها الفقد من بين مكونات تلك الخلطة .

وتتكون الخلطة من :

٢٠ رطلا من الفلسبار .

٤٠ رطلا من الطين .

٤٠ رطلا من الزلط .

١٤ — احسب نسبة الفقد النظرية عند تكليس المواد الآتية :

(أ) كرايبيت : لو ٢ م ، ٢ س ١ ، ٢ يد ١ .

(ب) بوراكس : ص ٢ ، ب ١ ، ١٠ يد ١ .

(ج) طباشير : كاك ٣ .

١٥ — عدل نسبة مكونات خلطات الفخار الإنجليزي الآتية . بحيث

تتفق مع درجات نقاء الخامات المستعملة لتكوينها :

المكونات	نسبة الخلطات					
	١	٢	٣	٤	٥	٦
طينة لازقة زرقاء	٤٧	٤٣	٣١	٢٤	٢١	١٨
طين صيني	٢٤	٢٤	٣٦	٢٧	٢٨	٤٣
زلط	٢٢	٢٣	٢١	٣٦	٣٨	٢٤
بجائيت	٧	١٠	١٢	١٣	١٣	١٥

ويبين الجدول الآتي نقاء المكونات المستعملة في تكوين الخلطات السابقة :

خامات المكونات	نقاء المكونات			
	كاولين	فلسبار	كوارتز	زلط
طينة لازقة زرقاء	٩٠	٦	—	٤
طين صيني	٩٤	—	—	٦
بجائيت	—	٩٠	١٠	—

١٦ — إذا كانت نسبة الرطوبة في الخامات الآتية هي :

امسبار ٢٪

زلط ١٠٪

طين ٦٪

فما هي كميات الخامات التي يجب استعمالها لتكوين خلطة منها من مواد جافة بالنسب الآتية ؟ :

٨٧٢ رطلا من الطين .

٢٨٠ رطلا من الاسبار .

٤١٠ رطلا من الزلط .

١٧ — احسب المقدار اللازم من كلوريد باريوم متبلورة لترسيب كبريتات كالسيوم موجودة في طن من طين بنسبة ٠.٠٠٤ ٪ . ثم احسب الكمية التي تقزم لعملية الترسيب من كربونات باريوم ذات نشاط يبلغ ٣٧ ٪ .

١٨ — ما وزن الكمية اللازمة من كلوريد باريوم متبلور أو أيديروكسيد باريوم مائي أو كربونات باريوم ذات نشاط يبلغ ٣٨ ٪ ، تلزم لترسيب كبريتات ذائبة في طن من طين ، وذلك إذا احتاجت عينة منه وزنها مائة جرام مخلوطة بالماء إلى ٥ سم^٣ . من محلول ١ ٪ كلوريد باريوم لإتمام ترسيب ما بها من كبريتات ؟ .

احسب نسبة الكبريتات القابلة للذوبان في ذلك الطين .

١٩ — ما مقدار ما يلزم من كربونات باريوم لترسيب كبريتات قابلة للذوبان في طن من طين تحتاج عينة منه جرام واحد مخلوطة بالماء إلى عشرة سنتيمترات مكعبة من محلول ٠.٠٠٢ ٪ من كربونات الباريوم المستعملة لإتمام ترسيب ما بها من كبريتات ؟ .

(٢٠) ما مقدار كربونات الصوديوم اللامائية اللازمة لإتمام ترسيب كبريتات

كانسيوم في طن من طين يحتوي على ٠.٢٪ منها ، وذلك إذا استعمل في بدء عملية الترسيب ٥ لترات من محلول ٦٪ أيدروكسيد الباريوم المائية ؟

(٢١) ما مقدار الرماد الأسود ذو نشاط يبلغ ٨٠٪ يلزم لترسيب كبريتات ذائبة في طن من طين يحتوي على ٠.٠٠٤٪ منها ؟

(٢٢) احسب نشاط كربونات الباريوم المستعملة في ترسيب الكبريتات القابلة للذوبان من بيانات تجارب اختبار النشاط الآتية :

	(٦)	(٥)	(٤)	(٣)	(٢)	(١)	
وزن العينة بالجرام	١٥٨	٢٥٢	١٥٧٥	٢٥٥	١٥٥	٢	
وزن الراسب بالجرام	٠٧٣١٠	١٥٣١٤٠	١٥٥٠٧٥	١٥٥٦٤٠	٠٧٢٦٠	٠٧٨٠٠	
النسبة المئوية لعدد ذوبان							
كربونات الباريوم في حاضن الأيدروكلوريك المخفف	١٧	١٥	٢٥	٢٠	٧	١٠	

٢٣ — عدل نسب مكونات خلطات الأجسام الخزفية الآتية ، بحيث تتفق مع درجات نقاء الخامات المناسبة لتكوينها :

نسب الخلطات					المكونات
ا	ب	ج	د	هـ	
٣٠	٣٣	٣٠	١٥	٢٠	فلسبار
١٩	٢١	٢٧	٣٥	٢٥	طين صيني
٣٥	٢٦	١٣	٢٠	٢٥	طينة لازقة
١٦	٢٠	٢٠	٣٠	٣٠	زلط

نقاء الخامات						الخامات
كاولينيت	فلسبار	زلط	أكسيد حديدك	رطوبة	مواد عضوية	
٩٤	—	٥	—	١	—	طين صيني
٩٠	٣	٣	١	٢	١	طينة لازقة
٩٥	٢	١	—	٢	—	طينة بيضاء
—	—	٩٥	—	٥	—	زلط
—	٩٠	٨	—	٢	—	بجمايت

الباب الخامس

بنية الطين

يقصد ببنية جسم تكوينه الطبيعي من حيث شكل وحجم أجزائه وترتيب تلك الأجزاء بعضها بالنسبة للبعض داخل الجسم وكيفية تماسكها . وقد سبق أن ذكرنا أن الطين جسم صلب متكون من أجزاء تقل في أبعادها عن ٠.٠٥ من المليمتر . وقد أطلقنا على مثل هذه الأجزاء اسم الجسيمات ، وأن من بين هذه الجسيمات ما يتراوح بعده ما بين أقل من ٠.٠٥ من المليمتر إلى ٠.٠١ من المليمتر، وأطلقنا على هذه الجسيمات اسم الحبيبات ، ومنها ما هو أقل من ذلك يتراوح في بعده ما بين أقل من ٠.٠١ من المليمتر إلى ٠.٠٠٠٠٠١ من المليمتر وأطلقنا عليها اسم الدقائق . وقد قسم « زيموندى » الدقائق إلى ميكرونات وهي الدقائق التي تتراوح أبعادها ما بين أقل من ٠.٠٠١ من المليمتر أو الميكرون إلى ٠.٠٠٠١ من المليمتر أو ٠.١ من الميكرون، وإلى التراميكرونات تتراوح أبعادها ما بين أقل من ٠.١ من الميكرون إلى ٠.٠٠١ من الميكرون أو المليميكرون . وهذه كلها أبعاد تزيد على الأبعاد الجزيئية العادية التي تقل عن المليميكرون . وكثيراً ما تحتوى بعض أنواع الطين على أجزاء خشنة تزيد في أبعادها على أبعاد الجسيمات .

كذلك ذكرنا حالات وجود الطين في الطبيعة على هيئة صخور سائبة أو رخوة أو متماسكة . وتوجد جسيمات الطين على هيئة معادن متبلورة تتبع في تبلورها نظام الأحادي الميل في الغالب ومعظمها على هيئة غير متبلورة يمكن تبين أشكالها عند فحص الطين ميكروسكوبيا .

وتتوقف نعومة الطين على مقادير ما به من الأجزاء ذات الأبعاد السابقة . وتقدر نعومة الطين بعملية التحليل الميكانيكي له . وتعطى نتائج الاختبار على هيئة نسب مئوية لكل درجة من درجات النعومة المعادلة لأرقام المناخل القياسية المستعملة في الاختبار . ويستفاد من نتائج التحليل الميكانيكي للطين في عمليات تنقيته وفرزه ، وفي عمليات تعديل لازيمية عجائنة بإضافة المواد الخشنة إليه أو المواد شديدة النعومة حسب ما يتبين من نتائج ذلك التحليل وما تحتاج إليه العجينة ، وذلك للحصول على عجينة معتدلة اللازيمية صالحة للتشكيل . كذلك تبين نتائج التحليل نسبة المواد الخشنة في الطين .

كذلك تعطى نتائج التحليل الميكانيكي للطين فكرة عن مساحة سطح جسيماته وما تحتاج إليه من ماء كاف للحصول على لازيمية معتدلة يمكن دراستها لاستخراج بيانات عملية عن كميات ما يجب إضافته من مواد خشنة أو شديدة النعومة . وما يلزم من مقدار الماء لتكوين عجينة معتدلة اللازيمية . وذلك كما درست هذه الحالات في تكوين عجائن الخرسانات المستعملة في البناء . ولتوضيح ذلك ندرس النقاط الآتية .

العلاقة بين أبعاد الأجسام ومساحة سطحها :

درس ميللور العلاقة بين طول قطر الدقائق وحجمها ومساحة سطحها

وأهمية ذلك في التفاعلات الكيميائية والتأثيرات الطبيعية لأجسام الدقائق وخاصة عند تماس سطوحها .

وقدر ميللور عدد الحبات الكروية التي يبلغ طول قطر كل منها مائمترا واحدا في الجرام الواحد من مادتها بمقدار ٧٢٠ حبة . كما قدر عدد الدقائق التي يبلغ كل طول قطر منها ٠.٠٠٠٠١ من المليمتر في الجرام الواحد من مادتها بمقدار ١٠×٧٢ دقيقة . كذلك قدر عدد نقط التماس في الحبات الأولى بمقدار ٢١٦٠ نقطة ، واستنتج من ذلك أن عدد نقط التماس في حالة الدقائق الثانية هو ١٠×٢١٦ نقطة . وتوصل ميللور من تلك النتائج إلى أنه كلما قل حجم أجزاء المادة زادت سرعة التفاعل الكيميائي والتأثيرات الطبيعية في جسم المادة .

ولتقدير أبعاد الجسيمات ^(١) يحسب أولا متوسط قطر الجسيم من متوسط طول قطري ثقب المنخلين الذين تحجز بينهما تلك الجسيمات . ثم يستخرج من البعد القطري الناتج كل من حجم الجسيم وعدد الجسيمات في كمية من مادتها . كذلك تحسب مساحة سطح كل من الجسيم الواحد وعدد الجسيمات في الكمية المقدرة ، وذلك باستعمال القوانين الرياضية الآتية :

$$\text{حجم الجسيم} = \frac{1}{6} \times ٣١٤١٦ \times \text{مكعب القطر}$$
$$\text{أو } \frac{1}{6} = \frac{\text{ح}}{\text{ط}^3}$$

(١) بوردي : حساب النعومة النسبية لمساحيق تتولد من المعامل السطحي لها . تطورات جمعية الخزف الأمريكية ، ٧ ، ٤٤١ ، ١٩٠٥ .
ميللور : المعامل السطحي لجاكسون وبوردي . تطورات جمعية الخزف الإنجليزية ، ٩٤ ، ٩٩ ، ١٩٠٩ ، ١٩١٠ .

وزن الجسم = $\frac{1}{\rho} \times$ كثافة مادته $\times 3.1416 \times$ مكعب القطر
وعلى ذلك يكون عدد الجسيمات في وزن معين من مادة مقداره (ك)

$$\frac{\rho}{\text{ث ط ق}^3} = \text{هو}$$

ولما كانت مساحة سطح جسيم = ط ق^2

فيكون مجموع مساحات سطوح جسيمات وزنها ك = $\frac{\rho}{\text{ث ط ق}^3} \times \text{ط ق}^2$

$$= \frac{\rho}{\text{ث ق}}$$

فإذا كان هناك مجموعات من جسيمات أوزانها على الترتيب هي :
ك_١ ، ك_٢ ، ك_٣ ، وأقطار الجسيمات في كل مجموعة على الترتيب
السابق هي : ق_١ ، ق_٢ ، ق_٣ ،

∴ يكون مجموع مساحات سطوح الجسيمات هو : $\frac{\rho}{\text{ث}} \left(\frac{\text{ك}_1}{\text{ق}_1} + \frac{\text{ك}_2}{\text{ق}_2} + \dots \right)$

$$\left(\dots + \frac{\text{ك}_3}{\text{ق}_3} + \dots \right)$$

المعامل السطحي القياسي لمادة :

هو المساحات المكشوفة بالسنتيمترات المربعة لجسيمات جرام واحد من المادة.

مثال توضيحي .

احسب المعامل السطحي القياسي لعينة من طين تقسله النوع ٢١١ ،
أعطت النتائج الآتية :

متوسط قطر الجسيمات	النسبة المئوية
٠.٣٨ ر. من المليمتر	٤٠
٠.٣١٢ ر. »	٣٥
٠.٩٨١ ر. »	٢٥

الحل :

$$\text{لذا كان قانون حساب المعامل السطحي القياسي هو } \frac{6}{n} \left(\frac{1}{q} + \frac{2}{q} \right) + \left(0.00 + \frac{2}{q} + \right)$$

. . . المعامل السطحي القياسي للعينة

$$= \frac{6}{2.11} \left(\frac{0.25}{0.981} + \frac{0.35}{0.312} + \frac{0.40}{0.038} \right)$$

$$= 2.84 (3 + 11 + 105)$$

$$= 119 \times 2.84$$

$$= \underline{\underline{338}} \text{ سنتيمتراً مربعاً}$$

علاقة المعامل السطحي القياسي بخواص الطين ومنتجاته :

يتوقف المعامل السطحي في أجسام العجائن الطينية على مساحة سطح ما بها من أجسام غير غروية كالحبيبات والأجسام الأكبر منها . ومساحة تلك الأجسام هي مقدار السطح الذي يجب تغطيته بمحاليل الدقائق الغروية اللازمة التي تحدث التماسك بين باقى أجسام الطين للحصول على عجينة لازبة . كذلك تؤثر مساحة هذا السطح على عمليات الانصهار والتزجيج فى أثناء تسوية الجسم الطينى وما ينتج عنه من بنية الجسم الصماء أو المسامية بعد تسويته .

كذلك للمعامل السطحي أهمية كبيرة جداً عنه تقدير خواص أجسام

لمشغولات الخزفية البيضاء نتيجة احتوائها على فلبسبار وزلط من مواد خشنة غير غروية . كما أن للعامل السطحي أهميته عند تقدير خواص مشغولات الفخار الأحمر المحتوية على مواد خشنة ، وله نفس الأهمية في تقدير خواص الطوب الحراري وحفاظ التسوية .^(١)

وبحسب العامل السطحي للجسم الطيني من نتائج التحليل الميكانيكي للطين أو من نتائج عملية التصويل بطريقة واتس . كما يمكن قياس أبعاد الحبيبات بواسطة الميكروسكوبات ذات العدسات المدرجة . ويسبب إهمال قياس أبعاد الدقائق في عملية الحساب بعض الأخطاء في نتائج العامل السطحي . على أن الفرق بين النتائج المحسوبة والنتائج العملية للمعاملات السطحية ليس كبيراً ، مما يمكن الاكتفاء بنتائج قياس أقطار الحبيبات بالطرق السابق ذكرها ، وذلك في حالات أنواع الطين الخشن والمتوسط النعومة . أما في حالات الطينات الشديدة النعومة مثل الطينات الكروية التي تحتوى على أكثر من ٩٠٪ منها دقائق ناعمة فتكون نتائج حساب العامل السطحي لها من قياس أبعادها القطرية بإحدى الطرق الميكانيكية السابقة مخالفة كثيراً للواقع .

وفي مثل حالات الطينات الشديدة النعومة يمكن قياس الأبعاد القطرية لدقائقها بالتقديرات النسبية بواسطة الأتراميكروسكوب . كما يمكن استخدام طريقة تقدير نسب كميات المواد المشعة مثل عنصر الثوريوم (ب) التي تدمص على سطح الدقائق الناعمة ، وذلك باستعمال ميكروسكوب كهربائي

(١) كيركباتريك : علاقة معامل الكسر بالعامل السطحي . تطورات جمعية الخزف الأمريكية

١٩ ، ٢٧١ ، ٢٩٤ : ١٩١٧ .

للحصول على الأبعاد القطرية لتلك الدقائق من منحنيات الادمصاص
لكل مادة^(١) .

زيادة مساحة السطوح بالطحن :

يعمل الطحن الدقيق على انقسام وزيادة عدد الدقائق وما يتبع ذلك من
زيادة مساحة سطحها زيادة عالية جداً . وذلك كما يتبين من الجدول الآتي^(٢) :

(١) كويلر : تقدير مساحات السطوح نسبياً للمواد الناعمة ، جورنال جمعية الخرف
الأمريكية ٩ ، ٤٣٧ : ١٩٢٦ .

(٢) جيروم : الكيمياء التروية ١٥ . شركة وُثَن نورسترااند للنشر : ١٩١٩ .

حساب متوسط قطر الجسيمات :

يحسب متوسط قطر الجسيمات من نتائج التحليل الميكانيكي للمادة ، وذلك بفرض أن الجسيمات ذات أشكال كروية منتظمة . وكلما تقاربت حدود أحجام الجسيمات دقت نتائج حساب أبعادها . ومن الممكن الحصول على نتائج دقيقة باستعمال مناخل ذات مقاييس متقاربة . كما أن لطبيعة المادة وطريقة طحنها تأثيراً كبيراً على دقة النتائج .

فإذا كان $ق_1$ ، $ق_2$ هما حدود أبعاد ثقبين للتخلين المستعملين الحاجزين للجسيمات بينهما، وأن $س$ متغير يدل على قطر أى جسيم من الجسيمات المحبوزة بين التخلين، وع هو عدد الجسيمات، و $ح_1$ ، $ح_2$ ، ... $ح_n$ رموز لأحجام الجسيمات .

$$(1) \quad \frac{ح_1 + ح_2 + ح_3 + \dots + ح_n}{ع} = \text{فإن متوسط حجم الجسيمات}$$

$$\text{ويكون } \frac{ق_1 - ق_2}{ك} = ق_1 س، \text{ وهذا مقدار متناهي في الصغر}$$

$$\therefore \frac{ق_1 - ق_2}{ق_1 س} = ك$$

وبالتعويض في (١) ينتج أن :

$$ق_1 س = \frac{(ح_1 + ح_2 + ح_3 + \dots + ح_n)}{ق_1 - ق_2}$$

ولما كان حجم الكرة دالة على قطرها .

$$\therefore \text{ح} = \text{دالة (س)} = \frac{1}{6} \pi s^3$$

$$\frac{\text{أى } \left(\frac{1}{6} \pi q_1^3 + \frac{1}{6} \pi q_2^3 + \frac{1}{6} \pi q_3^3 + \dots + \frac{1}{6} \pi q_n^3 \right)}{q_2 - q_1}$$

$$\text{وبالتكامل يكون متوسط الحجم} = \frac{\pi}{6} \frac{q_1^3 - q_2^3}{q_2 - q_1}$$

$$= \frac{\pi}{6} \left(\frac{q_1^3 - q_2^3}{q_2 - q_1} \right)$$

$$\left| \frac{q_1^3 - q_2^3}{q_2 - q_1} \right| = \text{وعلى ذلك يكون متوسط القطر}$$

$$= \left| \frac{(q_1 + q_2)(q_1^2 + q_1 q_2 + q_2^2)}{3} \right|$$

مثال محلول :

احسب متوسط قطر جسيمات تتراوح أبعاد أقطارها بين ٠.٠٥٨ و ٠.١٥ ر .
من المليمتر بتطبيق القانون السابق .

يكون متوسط قطر الجسيمات =

$$\left| \frac{(0.15 + 0.058)(0.15^2 + 0.15 \cdot 0.058 + 0.058^2)}{3} \right|$$

قطره واحد ونصف بوصة ، ثم جمع أوزان الأجزاء المحبوزة فوق كل منخل من السلسلة المستعملة وقسم المجموع على عشرة ، وذلك كما في الجدول الآتي :

رمل خشن	رمل متوسط	المنخل (الثقب / البوصة)
١٠٠	٩١	١٠٠ +
١٠٠	٧٠	٤٨
١٠٠	٤٦	٢٨
١٠٠	٢٤	١٤
١٠٠	١٠	٨
١٠٠	٠	٤
٨٦	٠	$\frac{٣}{٨}$ بوصة
٥٠	٠	$\frac{٣}{٤}$ بوصة
٠	٠	$١\frac{١}{٢}$ بوصة
٧٣٦	٢٤١	معامل النعومة

نعومة الطين :

قام علماء الخزف بدراسة وقياس أبعاد جسيمات وحببات الطين . واستخدموا في دراساتهم أنواع الطين المشهورة . ومن هؤلاء العلماء الذين عنوا بأمر نعومة الطين :

شوريشت :

الذى أجرى دراسات في قياس أبعاد جسيمات وحيات خمسة أنواع من الطين
المفسول المنقى . واستخدم في ذلك طريقة التصويل أو غربلة الطين بالماء .
وانتهى من دراسته إلى أن تلك الأنواع الخمسة تحتوى على ٦٨ — ٩٨ ٪
من وزنها جسيمات يقل قطرها عن ٠.١٠ ر. من المليمتر أى ١٠ ميكرونات .
كذلك اتبع شوريشت^(١) طرق الترسيب في قياس أبعاد الجسيمات في تلك
الأنواع الخمسة السابقة واستخرج الأبعاد في التجارب الأخيرة من العلاقة بين
معدل سرعة الركود وقطر الجسيمات من تطبيق قانون استوكسى . وتدل
النتائج التى حصل عليها شوريشت من دراسته على تلك الأنواع على أنها تحتوى
على دقائق يبلغ بعد أكبر أقطارها ٠.٠٠٠٥ ر. من المليمتر أى نصف ميكرون ،
وذلك بالنسب المثوية الوزنية الآتية :

- | | | |
|-----|------|-------------------------------------|
| (١) | ٨١ ٪ | في حالة الطينة اللازمة الإنجليزية . |
| (٢) | ٧٨ ٪ | في حالة كاولين جنوب كارولينا . |
| (٣) | ٢٨ ٪ | في حالة كاولين جورجيا . |
| (٤) | ٢٢ ٪ | في حالة كاولين شمال كارولينا . |
| (٥) | ٥ ٪ | في حالة الطين الصينى الإنجليزي . |

بلينتجر :

الذى قدر أبعاد أقطار جسيمات أربعة عشر نوعاً مختلفة من الطين مستعملاً
طريقة التصويل في قياس الأبعاد . وتدل النتائج التى حصل عليها على أن تلك
الأنواع تحتوى على ٤٠ — ٩٩ ٪ من أوزانها دقائق يبلغ أقصى بعد لأقطارها
٠.٠٠٥ ر. من المليمتر أى خمسة ميكرونات .

(١) شوريشت : جورنال جمعية الخزف الأمريكية ٣ ، ٣٥٥ : ١٩٢٠ .

بنـر:

الذى وجد من دراساته على خمسة أنواع من السكاولينات أنها تحتوى على ٥٨ — ٧١ ٪ من أوزانها دقائق يبلغ أقصى أبعاد أقطارها ١١٠٠ ر. من المليمتر أى ١١ من الميكرونات .

جيروم ألكسندر:

الذى اعتمد فى دراساته فى تقدير نعومة الطين على خاصته الغروية ، فقدر أبعاد دقائقه بتتبع حركتها بواسطة الأتروميكروسكوب . وقد وجد من تجاربه أن جميع الدقائق المنتشرة فى حالة حركة ما بين النشطة والبطيئة .

برادفيلد:

الذى استخدم فى قياس أبعاد جسيمات الطين عمليات الفرز بالآلات الطاردة . وقد أجرى دراساته على عينات من طين ميشورى اللازب . وكانت نتائج دراسات برادفيلد كالآتى :

٢٠ ٪ وزناً دقائق تتراوح أبعادها بين ١٢ — ٤٠ ر. ميكرونًا .

٥ ر. ٪ وزناً دقائق تقل أبعاد أقطارها عن الميكرون .

الخلاصة:

يستخلص من نتائج البحوث السابقة على أن الطين فى مجمله متكون من جسيمات مع قليل من حبات خشنة ، وأن هذه الجسيمات تحتوى على نسب متفاوتة

من الدقائق ، وأن نسبة تلك الجسيمات في أنواع الطين التي أجريت عليها
البحوث السابقة تتراوح بين ٤٠ — ٩٩ ٪ منها ٥ — ٨١ ٪ ماهر في حجم
الدقائق .

مسائل

١ — احسب المعاملات السطحية القياسية لجسم ثقله النوعى ٢ر٦٥ من
البيانات الآتية :

(أ)		(ب)		(ج)	
متوسط القطر	النسبة ٪	متوسط القطر	النسبة ٪	متوسط القطر	النسبة ٪
٠.١٧٦	١٢و٠٥	٠.١٧٧٨	٠.١٩	٢و٠٠	٣٨ر٦٠
٠.١٣٤	٧و٤٠	٠.١١٤٤	٠.٩٠	٥٦٦ و٠	٧و٠٨
٠.١٠٠	١و٦٥	٠.٢٧٦	٤و٤٨	١٧٨ و٠	٠.٦٥
٠.٠٦٢	١٠و٩٠	٠.٢١٧	١و٦٩	١١٤ و٠	٥و٨٠
٠.٠٤٣	٦٨و٠٠	٠.٢٠٨	٣و٦٦	٠.٣١٥	١١و٨٥
		٠.٠٧٣	٣٢و٣٠	٠.٢١٠	٥و٧٨
		٠.٠٤٦	٥٦و٨٠	٠.١١٢	٧و٩٤
				٠.٠٠٧٠	٥و٧٠
				٠.٠٠٤٤	١٧و١٥

٢ — احسب المعاملات السطحية القياسية لجسم ثقله النوعى ٢٣٤ من

البيانات الآتية :

(أ)		(ب)		(ج)	
متوسط القطر	النسبة %	متوسط القطر	النسبة %	متوسط القطر	النسبة %
٢ و ٠٠	١٤ و ٥٠	٠ و ٥٦٦٠	٠ و ٩٠	٠ و ٥٦٦	٠ و ٩٥
٠ و ٥٦٦	١٤ و ٤٠	٠ و ١٧٨	٠ و ٦٦	٠ و ١٧٨	٠ و ٣٠
٠ و ١٧٨	٢ و ١٢	٠ و ١١٤	٤ و ٢٠	٠ و ١١٤	٠ و ٦٥
٠ و ١١٤٤	٣ و ٩١	٠ و ٣٢٥	٢ و ٦٢	٠ و ٢٣١	٠ و ١٥٠
٠ و ٢٨٠	١٠ و ٨٨	٠ و ٢٢٨	٢ و ٩٤	٠ و ١٢٢	٠ و ٢٠٠
٠ و ١٨٧	٥ و ٦٠	٠ و ١٢١	١٠ و ٥٠	٠ و ٠٩٦	٠ و ٣٠٠
٠ و ١١١	١٠ و ٩٥	٠ و ٠٦٢	١٤ و ١٣	٠ و ٠٦٦	٠ و ٥٥٠
٠ و ٠٧٧	١٦ و ٩٠	٠ و ٠١٢	٦٤ و ٤٠	٠ و ٠٤٢	٩٨ و ٥٥٠
٠ و ٠٠٥٣	٢٠ و ٧٠				

٣ — احسب متوسط أقطار كل من الأجسام المحبوزة بين كل من

المنخلين القياسيين الآتين :

(أ)	١٠ — ١٢	(د)	٤٠ — ٨٠
(ب)	١٨ — ٢٠	(هـ)	١٠٠ — ١٢٠
(ج)	٢٠ — ٣٠	(و)	٢٠٠ — ٢٣٠

٤ — عدل نسبة مكونات خلطات الفخار الإنجليزي الآتية بحيث تتفق

مع درجات نقاء الخامات المستعملة لتكوينها :

المكونات	نسبة الخلطات					
	١	٢	٣	٤	٥	٦
طينة لازقة زرقاء	٤٧	٤٣	٣١	٢٤	٢١	١٨
طين صيني	٢٤	٢٤	٣٦	٢٧	٢٨	٤٣
زلط	٢٢	٢٣	٢١	٣٦	٣٨	٢٤
بجائيت	٧	١٠	١٢	١٣	١٣	١٥

ويبين الجدول الآتي ثناء المكونات المستعملة في تكوين الخلطات السابقة :

خامات المكونات	ثناء المكونات			
	كاولين	فلسبار	كوارتز	زلط
طينة لازقة زرقاء	٩٠	٦	—	٤
طين صيني	٩٤	—	—	٦
بجائيت	—	٩٠	١٠	—

٥ — إذا كانت نسبة الرطوبة في الخامات الآتية هي :

الاسبار ٢ %

الزلط ١٠ %

الطين ٦ %

الباب السادس

(١) الخاصّة الفروية

اشتقت كلمة غروي من الغراء ، كاشتقاق الكلمة الفرنسية من الأصل الإغريق للغراء أيضاً .

وعرف بانكروفت الخاصّة الفروية تعريفاً عاماً بأنها الحالة المتناهية في الدقة ، كما عرف الكيمياء الفروية بالكيمياء المتعلقة بدراسة هذه الحالات المتناهية في الدقة كالفقايع والقطيرات والدقائق والشعيرات والأغشية ، تلك الحالات التي تشترك في بعد أو أكثر متناه في الدقة .

تعريف الخاصّة الفروية :

الخاصّة أو الحالة الفروية هي حالة انتشار دقائق مادة نتيجة لدقة حجمها دقة يبلغ فيها قطر الدقيقة منها ما بين 10^{-4} — 10^{-7} من السنتيمتر أي ما يعادل الميكررون إلى المليميكررون .

(١) أوسوالد : الكيمياء الفروية .

بانكروفت : نظرية الكيمياء الفروية التطبيقية . جيهوم ألكسندر . الكيمياء الفروية .

هاتشك : طبيعة وكيمياء المواد الفروية .

ذلك لأنه عندما يبلغ جسم دقة الأبعاد المذكورة ينعدم تأثير الجاذبية الأرضية عليه، وذلك حسب قانون نيوتن في الجاذبية ، ويظل سابحاً منتشراً في وسطه .

أنواع الحالات الغروية :

تتكون الخاصة الغروية من وجود دقائق تمثل « حالة الانتشار » تقابل المواد المذابة في المحاليل الحقيقية ، منتشرة في « وسط انتشار » يقابل المذيب في المحاليل الحقيقية .

وينتج عن اختلاف حالات كل من حالة الانتشار ووسط الانتشار أنواع الحالات الغروية الآتية :

نوع الحالة الغروية	حالة الانتشار	حالة وسط الانتشار
(١) الضباب	سائلة	غازية
(٢) الدخان	صلبة	غازية
(٣) الرغوة	غازية	سائلة
(٤) المستحلب	سائلة	سائلة
(٥) الهلام	سائلة	صلبة
(٦) المحلول الغروي	صلبة	سائلة

المحلول الغروي وأنواع المحاليل الأخرى :

وهو حالة غروية ناتجة عن انتشار دقائق صلبة في وسط سائل ، وذلك مثل زلال البيض ومحلول الصمغ العربي .

وَيُخْتَلَفُ الْحُلُولُ الْغُرُويُّ عَنِ الْحُلُولِ الْحَقِيقِيِّ فِي أَنَّ الثَّانِي نَاتِجٌ عَنْ اخْتِفَاءِ جُزْئِيَّاتِ الْمَادَّةِ الَّتِي تَقِلُّ عَنِ الْمَلَلِيمِيكْرُونِ فِي الْمَسَافَاتِ الْبَيْنِيَّةِ لَجُزْئِيَّاتِ الْمَذِيبِ ، وَذَلِكَ مِثْلَ مَحَالِيلِ السُّكَّرِ وَمِلْحِ الطَّعَامِ فِي الْمَاءِ ، أَمَّا فِي حَالَةِ الْجُزْئِيَّاتِ الْكَبِيرَةِ الَّتِي تَزِيدُ فِي حَجْمِهَا عَلَى الْمَلَلِيمِيكْرُونِ مِثْلَ جُزْئِيَّاتِ النَّشَا وَالسَّلِيلُولُزِ فَلَهَا لَا تَكُونُ مَعَ مَذِيبَاتِهَا مَحَالِيلَ حَقِيقِيَّةٍ بَلْ مَحَالِيلَ غُرُويَّةٍ . كَذَلِكَ تَخْتَلَفُ الْمَحَالِيلُ الْغُرُويَّةُ عَنِ الْمَحَالِيلِ الْحَقِيقِيَّةِ فِي كَوْنِ الثَّانِيَةِ مُتَجَانِسَةً تَمُرُّ الْأَشْعَةُ الضَّوْثِيَّةُ دُونَ تَشْتِهَا ، أَمَّا الْأَوَّلَى فَتُسَبِّبُ تَشْتَتِ الْأَشْعَةِ الضَّوْثِيَّةِ عِنْدَ مَرُورِهَا فِيهَا .

وَمِنْ نَاحِيَةٍ ثَالِثَةٍ تَخْتَلَفُ الْمَحَالِيلُ الْغُرُويَّةُ عَنِ الْمَحَالِيلِ الْحَقِيقِيَّةِ فِي أَنَّ الثَّانِيَةَ تَنْفُذُ خِلَالَ الْأَغْشِيَةِ شَبَهَ الْمَنْفَذَةِ كَوَرَقِ السُّوْلُوقَانِ وَغِشَاءِ الثَّانِيَةِ ، فِي خَيْنِ أَنَّ الْأَوَّلَى لَا تَنْفُذُ مِنْ تِلْكَ الْأَغْشِيَةِ ، وَمِنْ جِهَةٍ أُخْرَى تَشْتَرِكُ الْمَحَالِيلُ الْغُرُويَّةُ مَعَ الْمَحَالِيلِ الْحَقِيقِيَّةِ فِي اخْتِفَاءِ كُلِّ مِنَ الْمَازَابِ أَوْ حَالَةِ الْإِنْتِشَارِ فِي الْمَذِيبِ أَوْ وَسْطِ الْإِنْتِشَارِ دُونَ أَنَّ تَقْرُسِبُ تَحْتَ تَأْثِيرِ الْجَازِبِيَّةِ الْأَرْضِيَّةِ .

وَيُخْتَلَفُ الْحُلُولُ الْغُرُويُّ عَنِ الْحُلُولِ الْمَلْقُوقِ فِي أَنَّ الثَّانِي نَاتِجٌ عَنْ تَعَلُّقِ حَبِيبَاتِ مَادَّةٍ صَلْبَةٍ تَزِيدُ فِي قَطْرِهَا عَلَى الْمِيكْرُونِ وَتَقِلُّ عَنِ ٥٠ مِيكْرُونًا ، فِي وَسْطِ سَائِلٍ ، وَمِثْلَ الْمَحَالِيلِ الْمَلْقُوقَةِ لِبْنِ الْجِيرِ . كَذَلِكَ تَخْتَلَفُ الْمَحَالِيلُ الْغُرُويَّةُ عَنِ الْمَحَالِيلِ الْمَلْقُوقَةِ فِي كَوْنِ الثَّانِيَةِ غَيْرَ دَائِمَةٍ تَقْرُسِبُ حَبِيبَاتُهَا بَعْدَ فِتْرَةٍ تَحْتَ تَأْثِيرِ الْجَازِبِيَّةِ الْأَرْضِيَّةِ ، وَفِي إِمْكَانِ رُؤْيَا حَبِيبَاتِهَا بِالْعَيْنِ الْمَجْرَدَةِ . وَتَشْتَرِكُ الْمَحَالِيلُ الْغُرُويَّةُ مَعَ الْمَحَالِيلِ الْمَلْقُوقَةِ فِي خَاصَّةِ تَشْتِيتِ الْأَشْعَةِ الضَّوْثِيَّةِ الْمَارَةِ خِلَالَهَا ، كَذَلِكَ تَشْتَرِكُ فِي عَدَمِ نَفَازِ جَسِيَّاتِ كُلِّ مِنْهُمَا خِلَالَ الْأَغْشِيَةِ شَبَهَ الْمَنْفَذَةِ .

سوائل وسط الانتشار :

الماء هو أكثر السوائل المستعملة كوسط انتشار في المحاليل الغروية ، إلا أن هناك سوائل أخرى أمكن استعمالها وسطا لانتشار بعض الدقائق ، فقد تمكن جراهام من استعمال الكحول وحامض الكبريتيك بدلا من الماء عند تهيلم حامض السيليسيك ، كذلك حضر سيرير محاليل غروية من انتشار دقائق بعض المواد في سوائل من ثاني كبريتيد الكربون والبنزول ورابع كلوريد الكربون والكحول الإيثيلي والإثير والبروموفورم وحامض الكبريتيك ، وذلك عند وجود أيون من الأيدروكسيد في المحلول الغروي . كما حضر جونسون غرويات ضعيفة من انتشار بعض الدقائق في حامض الخليك الثلجي والأمونيا والأنيلين والبنزول النطري والأسيتون والكحول والبنزول ، وقد وجد جونسون أن تلك المحاليل الغروية تقاوم الجفاف ، كما وجد أن الأمونيا هي أكثر السوائل من بين التي استعمالها ، مقاومة لفعل الجفاف . كذلك أمكن استعمال الجلسرين كوسط انتشار لبعض أنواع الدقائق . ويزيد الجلسرين من غروية المحلول ، وربما كان ذلك راجعا إلى لزوجته .

أنواع الدقائق :

تنقسم دقائق المحاليل الغروية حسب ميلها لسائل وسط الانتشار أو تنافرها منه إلى نوعين هما :

١ — دقائق مياالة لسوائل وسط الانتشار . وتسمى هذه الدقائق مياالة للماء عندما يكون الماء وسط الانتشار في المحلول .

والدقائق الميالة للسوائل من نوع الألترا ميكرو نات أى التي تتراوح

أقطارها بين المليميكرون وأقل من الميكرون . وتكون هذه الدقائق ذات شحنات كهربية عالية بالنسبة لوسط الانتشار . ومن مواد هذه الدقائق الصمغ العربي والنشا وزلال البيض . وتمتاز هذه الدقائق بالخواص الآتية :

(أ) من الصعب ترسيبها .

(ب) يمكنها استعادة حالتها الغروية بسهولة بعد ترسيبها .

(ج) ذات حركة نشيطة وظواهر ضوئية ضعيفة .

(د) يمكن أن تكون ذات درجات تركيز عالية جداً دون أن تترسب .

٢ — دقائق نافرة من سوائل وسط الانتشار ، ويطلق عليها اسم دقائق نافرة من الماء عندما يكون الماء وسط انتشارها في المحلول الغروي ، وهذه الدقائق من نوع الميكرونات أى التى تتراوح أقطارها بين الميكرون إلى أقل من عشرة ميكرونات . وتقرب كهربية هذه الدقائق من كهربية سائل وسط الانتشار . ومن مواد هذه الدقائق الفلزات وهاليدات الفضة والكبريت والكبريتيدات . وتتصف هذه الدقائق بالخواص الآتية :

(أ) سرعة ترسيبها .

(ب) صعوبة استعادتها لحالاتها الغروية بعد ترسيبها . بل كثيراً ما تفقد قدرتها على ذلك .

(ج) بطيئة الحركة ، قوية في ظواهرها الضوئية .

(د) لا يمكن عمل محاليل غروية مركزة منها تحتفظ بحالتها الغروية طويلاً .

ومن الدقائق ما لا تستطيع الانتشار، ويرجع ذلك إلى عدم قابليتها

للارتباط بالماء أو المجموعات الأيدروكسيائية، وذلك مثل دقائق الفلسبار، وكثير من المواد الخشنة .

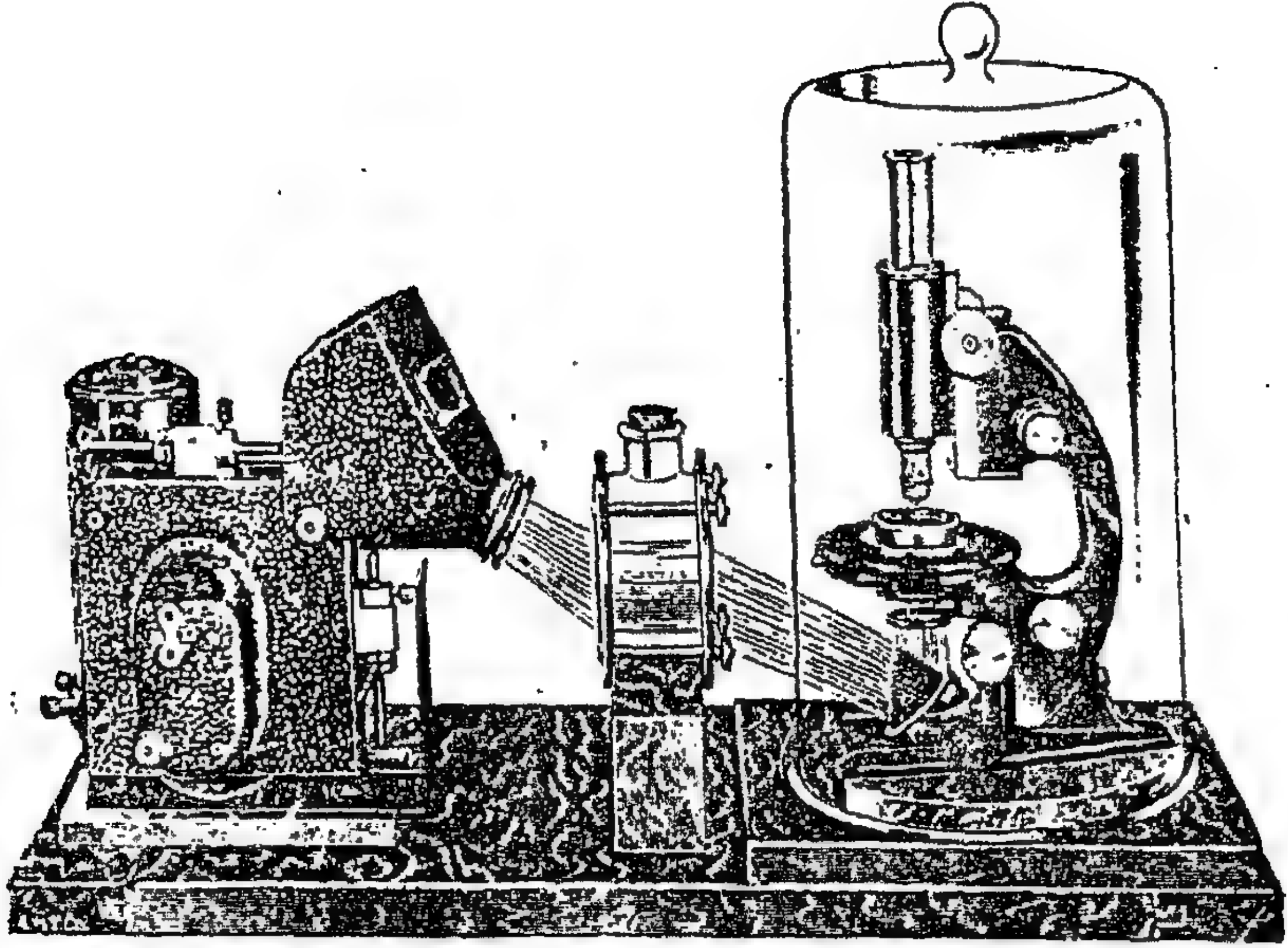
الخواص العامة للمحاليل الغروية :

تشارك المحاليل الغروية في خواص ضوئية وحركية وكهربية وكيميائية عامة .

الخواص الضوئية :

المحاليل الغروية منحدرات غير متجانسة لوجود دقائقها في حالة عدم اندماج كامل مع جزيئات وسط الانتشار . ويستدل على ذلك من إمكان تتبع مسار الأشعة الضوئية التي تمر خلال المحلول الغروي ، وذلك نتيجة تشتت الأشعة بواسطة الدقائق . وتعرف ظاهرة تشتت الأشعة الضوئية عند مرورها في المحاليل الغروية بظاهرة « تندال » ، وتستعمل هذه الظاهرة في التفريق بين المحاليل الغروية والمحاليل الحقيقية التي لا تشتت الأشعة الضوئية المارة فيها . كذلك تستخدم الظاهرة في التقدير النسبي لأبعاد الدقائق في المحلول الغروي من متابعة تأثير الدقائق على تشتت الأشعة الضوئية .

ويستعمل في مشاهدة ظاهرة تندال ميكروسكوب يعرف بالألتراميكرسكوب مبين في شكل رقم (٥) ، ويستعمل في اختبار ظاهرة تندال، ويظهر لون الدقائق وتعرف طريقة الاختبار الضوئي للمحاليل الغروية بطريقة « زيموندي » نسبة إلى أول من صنع الألتراميكرسكوب ، ويستخدم الاختبار بكثرة في الدراسات البكتريولوجية .



(شكل ٥)

التراميكروسكوب « تريس »

الخواص الحركية :

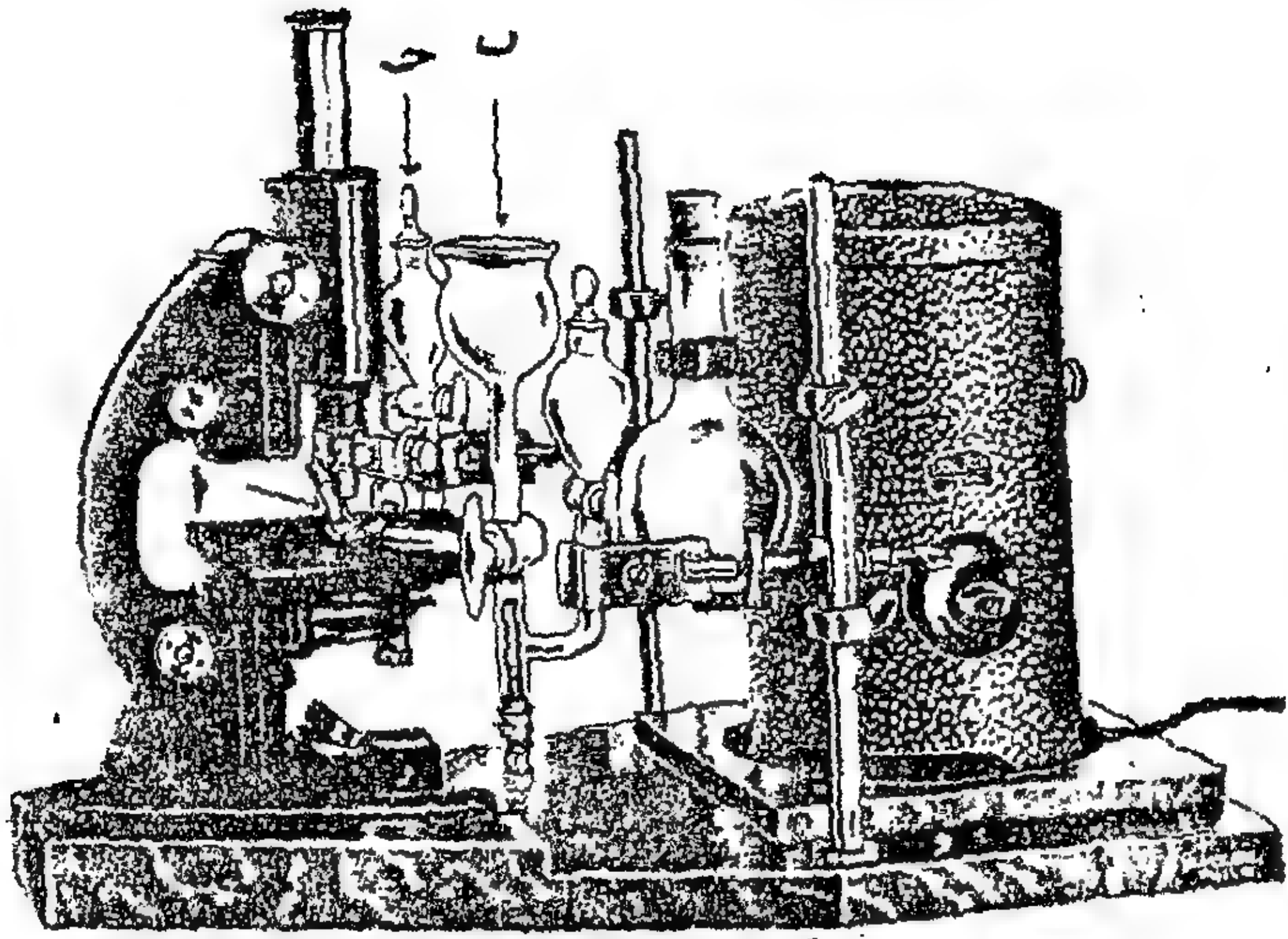
تتحرك دقائق المحاليل الغروية حركة دائمة نتيجة دفع جزيئات وسط الانتشار لها من ناحية ، ولتنافر بعضها من البعض لتشابه نوع شحناتها الكهربائية من ناحية أخرى . وتعرف حركة الدقائق هذه بحركة « براون » وذلك بالنسبة لمكتشفها ، ويمكن ملاحظة حركة براون بالأترا ميكروسكوب وتتحرك الدقائق الصغيرة المليئة للسوائل حركة أنشط من حركة الدقائق الكبيرة النافرة للسوائل .

الخواص الكهربائية :

يعزى ثبات المحاليل الغروية إلى وجود شحنات كهربية موحدة النوع على سطح الدقائق ، ولإثبات وجود هذه الشحنات على سطح الدقائق في محلولها

الفروى تجرى تجربة انتقال الدقائق تحت تأثير قوة دافعة كهربية نحو القطب
المخالف فى كهربيته لنوع شحنة تلك الدقائق ، وتعرف خاصة انتقال الدقائق
هذه « بتأثير الجذب الكهبرى » .

وتستخدم عدة أجهزة لإثبات وجود شحنات كهربية موحدة على دقائق
المجالييل الفروية ، وتستعمل هذه الأجهزة لتقدير نوع الشحنة وسرعة انتقال
الدقائق فى الأوساط المختلفة . ومن هذه الأجهزة جهاز تأثير الجذب الكهبرى
لنورثروب وكونيتيز المبين فى شكل رقم (٦) .



(شكل ٦)

جهاز تأثير الجذب الكهبرى « نورثروب وكونيتيز »

ويتكون الجهاز من خلية الجذب الكهبرى (أ) وفيها يحدث انتقال
الدقائق إما إلى قطب من البخارصين النقى (ب) متصل بقطب الدائرة الكهربية
الموجب وذلك فى حالة الدقائق ذات الشحنات الكهربية السالبة ، وإما إلى

قطب آخر من الخارصين النقي (ج) متصل بقطب الدائرة الكهربية السالب، وذلك في حالة الدقائق ذات الشحنات الكهربية الموجبة . وبلاحظ الانتقال واتجاهه في التجربة بواسطة ميكروسكوب توضع أنابيب خلية الجذب الكهربى في مجاله . كذلك تقدر سرعة انتقال الدقائق في الاختبار، وبضء الميكروسكوب وكذلك الخلية بأشعة ضوئية مولدة من مصباح كهربي في الطرف الآخر من الجهاز ، وتمر الأشعة في طريقها إلى مرآة الميكروسكوب في زجاجة مملوءة بمحلول بي كرومات البوتاسيوم لتتقيتها .

وهناك نوعان من انتقال الدقائق ، وذلك حسب اتجاه سيرها ونوع شحنتها الكهربية ، وهذان النوعان هما :

(١) الجذب الكهربى المهيبط ، وذلك في حالة اتجاه الدقائق موجبة الشحنة نحو المهيبط .

(٢) الجذب الكهربى المصعدى ، وذلك في حالة اتجاه الدقائق سالبة الشحنة نحو المصعد .

ومن أمثلة الدقائق ذات الشحنات السالبة دقائق مواد السيليكا وحامض السيليسيك والكبريت والكبريتيدات والفلات — وكذلك جميع دقائق المواد العضوية مثل الصمغ العربى والنشا وزلال البيض والجمالكة .

ومن أمثلة الدقائق ذات الشحنات الموجبة دقائق الأيدروكسيدات مثل أيدروكسيد الحديدك وأيدروكسيد الألومنيوم .

وشحنات الدقائق معرضة للتغير في نوعها تحت تأثير بعض العوامل وحسب نوع الأيونات الموجودة في وسط الانتشار عند تكوين تلك الدقائق .

وتتوقف خاصة تأثير الجذب الكهربى على فرق الجهد بين ثابت العزل الكهربى للماء أو سائل وسط الانتشار وبين شحنة الدقائق . فقد لوحظ أن هناك من الدقائق ما لا ينتقل تحت تأثير القوة الدافعة الكهربائية ، وذلك لعدم وجود فرق الجهد المشار إليه ، وذلك كما فى حالة استعمال سوائل الكلوروفورم والإثير والبنزول وعطر الترفنتين كوسط انتشار .

وتختلف خاصة تأثير الجذب الكهربى فى المحاليل الغروية عن الخواص الكهربائية فى المحاليل الحقيقية التى تتعرض فيها المواد المذابة تحت تأثير قوة دافعة كهربية إلى عمليات التحليل الكهربى التى تنفك فيها المادة إلى عدد متساو من الأيونات الموجبة والأيونات السالبة ، حيث يتجه كل نوع من الأيونات نحو القطب المخالف لنوع شحنته فى الدائرة الكهربائية .

كذلك تختلف خاصة تأثير الجذب الكهربى فى المحاليل الغروية عن خاصة « الجذب الكهروأوزوموزى ^(١) » التى تمر فيها السوائل خلال الأغشية شبه المنفذة إلى المحاليل المركزة تحت تأثير قوة دافعة كهربية أيضاً .

مصدر شحنات الدقائق :

يفسر وجود الشحنات الكهربائية على سطح الدقائق بأحد الفروض الآتية :

(١) الاحتكاك بين الدقائق وبين وسط الانتشار . وقد استبعد هذا الفرض لعدم انطباقه على البحوث التى أجريت لإثبات صحته .

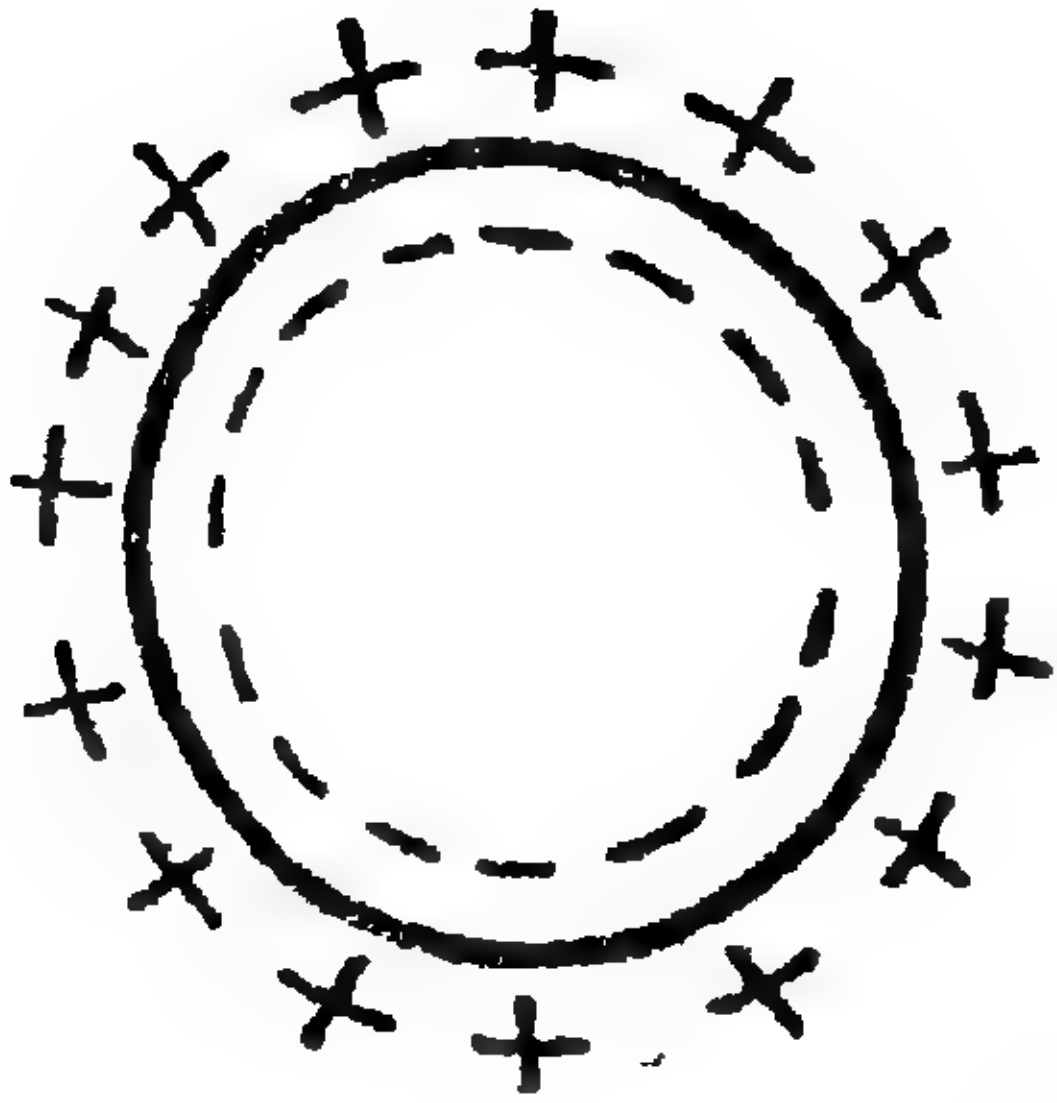
(١) رالستون : تعريفان لكلى من خاصة الجذب الكهروأوزوموزى وخاصة تأثير الجذب الكهربى للماء . مجلة الهندسة الكيميائية للنترات ، ٢٧ ، (١٦) ، ٧٧٨ : ١٩٢٢ .

(٢) ادمصاص سطح الدقائق لبعض الأيونات المنتشرة في وسط الانتشار وخاصة في أثناء تكوينها . وقد أيدت البحوث صحة هذا الفرض . فقد لوحظ في أغلب حالات تكون المحاليل القلوية أن وجود كميات قليلة من المواد المتأينة لازم لتثبيت المحلول القلوي ، وأن إزالتها تماماً بالفصل الغشائي مثلاً يسبب عدم ثبات المحلول القلوي وترسيب دقائقه . ومن ثبات صحة هذا الفرض إمكان تغيير نوع شحنة دقائق المادة الواحدة في كثير من المحاليل القلوية بتغيير نوع أيونات سائل وسط الانتشار ، وذلك كما في حالة تحضير محلول غروي من يوديد الفضة مثلاً .

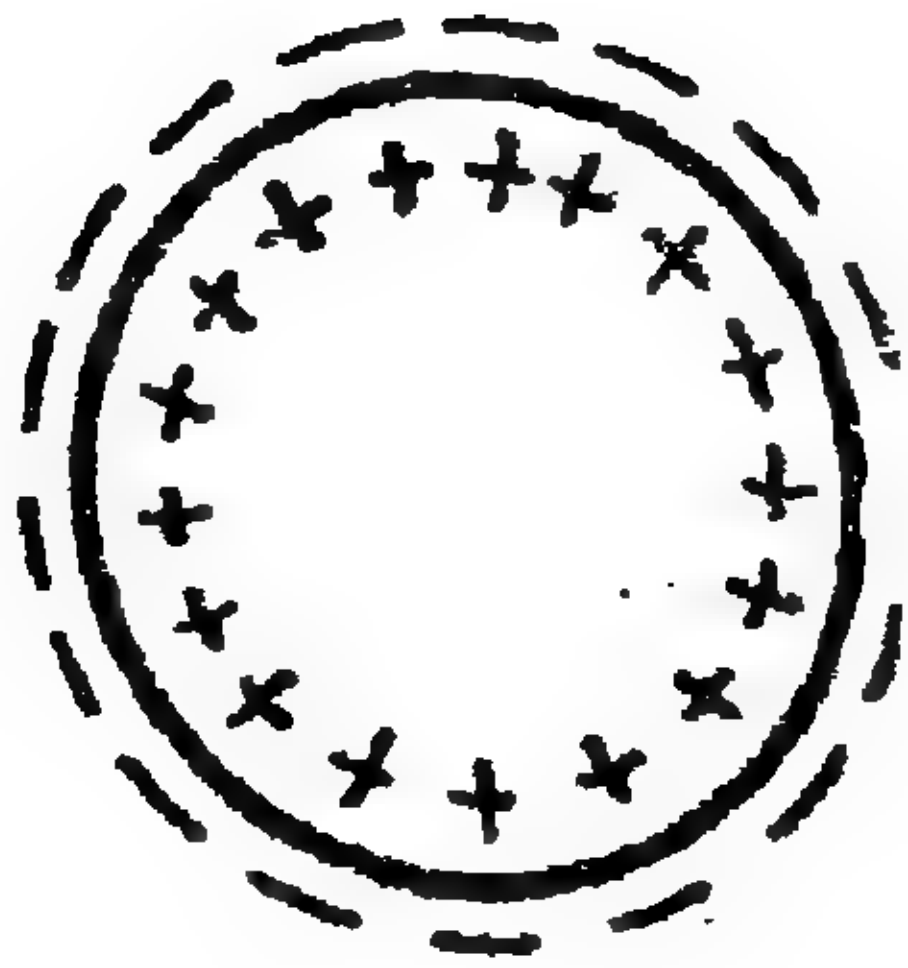
(٣) كذلك يمكن تفسير وجود الشحنات الكهربائية على دقائق المحاليل القلوية بفرض حدوث تفكك سطحى للدقائق ذاتها وفقد جزء منها يفقدها تعادها ويعمل على ارتباطها بوسط الانتشار . فعندما تفقد الدقائق أجزاء ذات شحنات موجبة تصبح ذات شحنات سالبة . أما الدقائق التي تفقد جزءاً سالب الشحنة فتصبح شحنات موجبة . ويؤيد هذا التفسير ما يحدث في محاليل مواد الصباغة الحامضة والقلوية . فيلاحظ أن دقائق الأصباغ الحامضة ذات شحنات سالبة وأن دقائق الأصباغ القلوية ذات شحنات موجبة . ويرجع تفسير ذلك إلى تفكك الصبغ الحامض إلى أيون الأيدروجين موجب الكهربائية والذي يسبب حموضة محلول الصبغ عند ما يترك دقائق مادة الصبغ إلى وسط الانتشار والتي تصبح ذات شحنات سالبة . وقياساً على ذلك تشحن دقائق الصبغ القلوي بشحنات موجبة نتيجة لتفككها إلى أيونات الأيدروكسيد سالبة الشحنة والتي تسبب قلوية المحلول . أو قد تدمص دقائق الصبغ أيونات أيدروجين الوسط المائي فتصبح ذات شحنة موجبة وتسبب أيونات الأيدروكسيد الباقية في السائل قلويته .

تعادل المحاليل الغروية :

لما كان المحلول الغروي ثابتاً في رقم الأيدروجيني، فقد فسر «هلمهولتز» تعادل دقائق المحلول ذات الشحنة الكهربائية بفرض وجود طبقة من الأيونات ذات الشحنة المخالفة لشحنة الدقائق في النوع، تحيط بالدقائق وتكون مساوية لها في المقدار. ومصدر تلك الشحنات هو وسط الانتشار. وأطلق على الطبقتين من الشحنات اسم «طبقتا هلمهولتز» ومن العوامل التي تزيد من شحنة الدقائق إضافة مواد مماثلة لها في الشحنة كأيونات بعض المواد كما في شكل (٧).



دقيقة موجبة



دقيقة سالبة

(شكل ٧)

طبقتا هلمهولتز

الخواص الكيميائية :

الحالات الغروية خاصة طبيعية ميكانيكية لا تتعلق بالناحية الكيميائية، فلا تظهر المحاليل الغروية خواص موادها ولا تفاعلاتها الكيميائية وهي في حالاتها الغروية. كذلك تحتفظ المحاليل الغروية برقمها الأيدروجيني طالما ظلت في حالتها الغروية. وأي تغير في الرقم الأيدروجيني للمحلول الغروي يغير من خواصه الغروية وربما أفقده خاصيته.

تحضير المحاليل الغروية :

تكون بعض المواد محاليل غروية بتركها أو بتقليبها أو بمجرد تسخينها تسخيناً بسيطاً في وسط انتشار مناسب لها . وذلك كما في عمل محاليل غروية من مواد الجيلاتين أو النشا أو السليولوز في الماء ، كذلك يكون اللطاط الطبيعي في البنزين محلولاً غروبياً . ويرجع السبب في ذلك إلى أن جزيئات هذه المواد في حجم الدقائق ، وأنها عند إذابتها في مذيب مناسب تتفكك كتلها إلى جزيئات غروية . وتحدث هذه الحالة في الدقائق الأتراميكرونية الميالة للسوائل .

أما المواد ذات الدقائق الميكرونية النافرة من السوائل فتحتاج إلى تفتيت لتصل إلى حجم دقائقها . ولما كانت أحجام الدقائق وسطاً بين أحكام الجزيئات وأحجام الحبيبات، لذلك تجهز المحاليل الغروية للمواد بصفة عامة بطريقتين أساسيتين هما .

١ — طرق التفتيت : وفيها تفتت الأجسام إلى أن تصل إلى أبعاد الدقائق .

٢ — طرق التكثيف أو التجميع : وفيها تتكثف الجزيئات لتصبح في نطاق أبعاد الدقائق .

طرق التفتيت

وتستخدم الوسائل الآتية لتفتيت الأجسام إلى دقائق .

الطريقة الميكانيكية . وفيها يفتت جسم المادة بطحنه مع وسط الانتشار

في الطواحين الغروية كطواحين اللي مثلاً ، وذلك كافي حالة تجهيز محلول الكوارتز الغروي .

استعمال الموجات فوق السمعية :

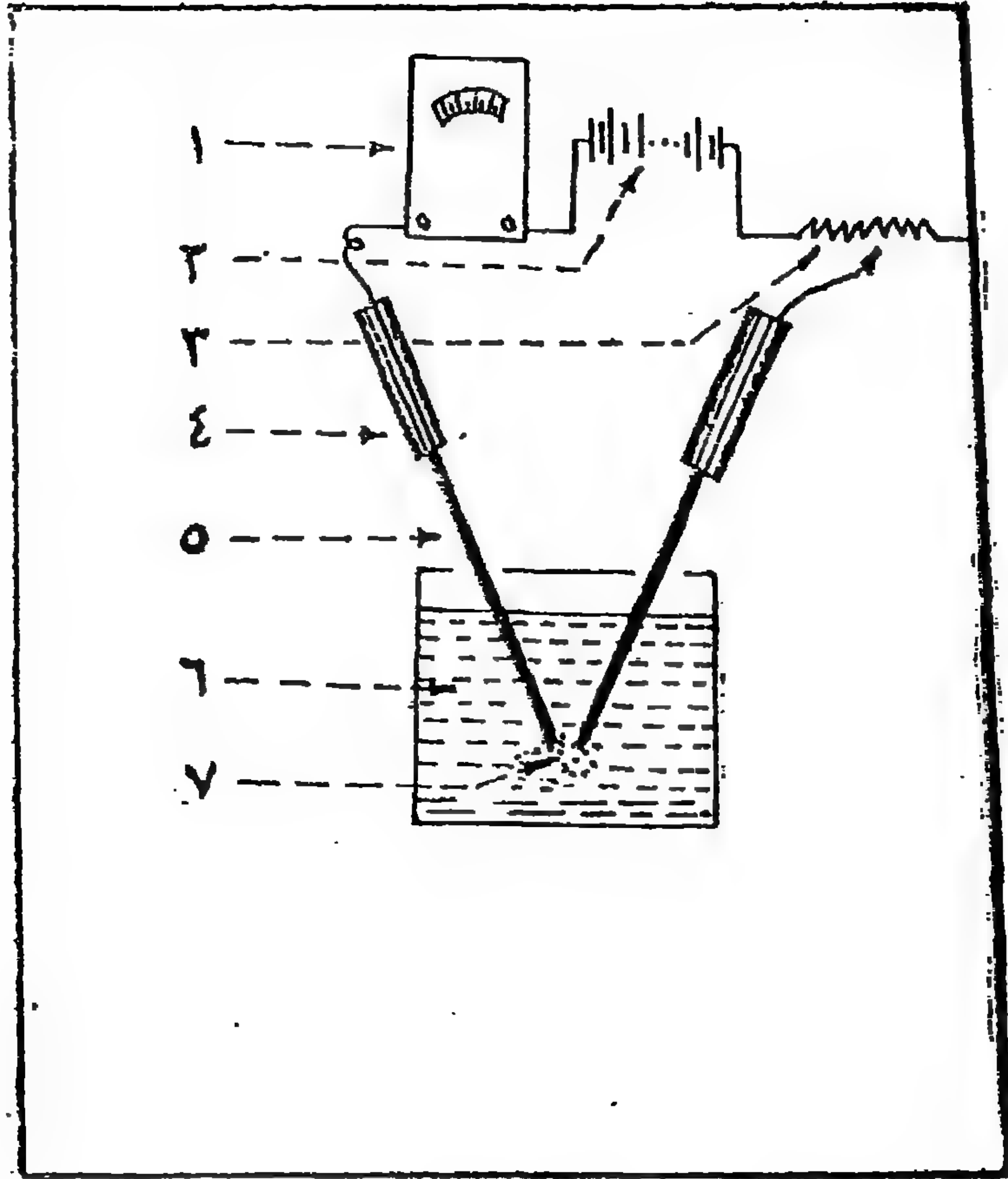
الموجات فوق السمعية موجات صوتية لا تسمعها الأذن البشرية لعلو ترددها وتستخدم هذه الموجات حديثاً في تقطيت أجسام المواد إلى دقائقها . وتعتبر هذه العملية من عمليات الطرق الميكانيكية . وأكثراً ما تستعمل فيه هذه الطريقة الأعمال الطبية .

الطريقة الكهربائية :

وفيها يحدث التفتيت نتيجة إمرار تيار كهربائي عالي الضغط محدثاً شرارة كهربائية على هيئة قوس بين قطبين من المادة المطلوب الحصول على محلولها الغروي . فيحدث أن تتطاير جزيئات طرفي القطبين من هذه الحرارة وعلو الضغط الكهربائي . ثم يعود تلك الجزيئات وتتكثف على هيئة دقائق ، وعلى ذلك تجمع هذه الطريقة بين عمليتي التفتيت والتكثيف . وتستخدم الطريقة الكهربائية في تجهيز محاليل الفلزات الغروية كما في شكل رقم ٨ .

استعمال العوامل المجزئة :

تعتمد هذه الطريقة على تفكيك المادة إلى دقائق بواسطة إضافة عوامل لها قدرة تفتيت وتجزئة أجسام هذه المواد . وللماء من أهم العوامل المجزئة للمواد ذات الدقائق الميالة له مثل الصمغ ، وذلك بجانب كونه وسطاً لانتشار الدقائق المتكونة .



(شكل ٨)

جهاز تحضير محلول غروي بالطريقة الكهربائية

- | | |
|---------------------|-----------------|
| (١) أميتر . | (٢) بطارية . |
| (٣) مقاومة متغيرة . | (٤) مقبض عازل . |
| (٥) ساق الفلز . | (٦) ماء . |
| (٧) قوس كهربائي . | |

كذلك تعمل محاليل الأيدروكسيدات الخفيفة على تجزئة بعض المواد إلى دقائقها . وتضاف الأيدروكسيدات القلوية أو كربوناتها إلى مخلوط المواد مع الماء في أثناء تجهيز محاليلها الغروية ، كما في عمليات عجن الطين .

وتختلف العوامل المجزئة المستخدمة باختلاف المواد . وكقاعدة عامة يساعد وجود أيون مشترك بين العامل المجزئ وبين المادة على تكوين دقائق الأخيرة،

فتساعد أيدروكسيدات أو كربونات الفلزات القلوية على تجزئة أيدروكسيدات
الفلزات وتكوين دقائقها، كما يعمل غاز كبريتيد الأيدروجين على تكوين دقائق
الكبريت والمواد الكبريتيدية، ويساعد أيون الكلوريد على تكوين دقائق من
كلوريد الفضة الحديث التكوين.

طرق التكثيف :

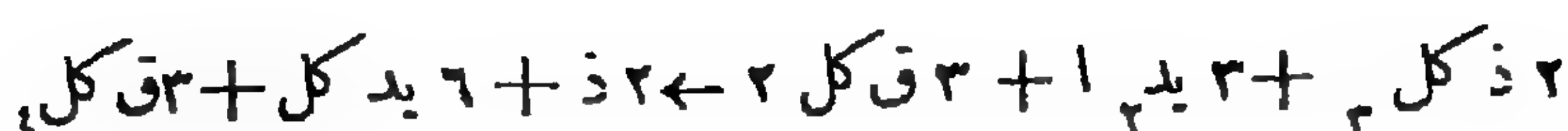
يحدث تكثيف أو تجمع الجزيئات إلى دقائق في التفاعلات الكيميائية
الآتية :

عمليات الاختزال :

تكثف جزيئات الفلزات إلى دقائق بعد اختزالها من مركباتها . ويراعى
استعمال عوامل اختزال غير متآينة مثل غاز الأيدروجين وأول أكسيد
الكربون والفوسفور الأصفر والفورمالدهيد والهيدرازين والأيدروكينون
عند ما يراد عمل محاليل غروية بهذه الطريقة .

وقد أمكن تحضير كثير من محاليل الفلزات الغروية مثل محلول كاسيوس
للذهب، ومحلول الفضة الغروي، ومحلول البلاتين الغروي عن طريق اختزال
محاليل مركباتها .

وتساعد إضافة قليل من بعض الغرويات الحافظة ، مثل محلول الصمغ
العربي على تثبيت المحاليل الغروية لهذه الفلزات . ومن التفاعلات التي تحدث
عند الاختزال تفاعل اختزال كلوريد الذهب بكلوريد القصدير عند تحضير
محلول كاسيوس :



ويعادل حمض الأيدروكلوريك الناتج بإضافة مادة قلوية مثل كربونات الماغنسيوم محلول كلوريد الذهب قبل عملية الاختزال .

عمليات الأكسدة :

تجهز محاليل بعض اللافلزات الغروية من أكسدة محاليل مركباتها حيث تتجمع جزيئات اللافلز على هيئة دقائق بعد اختزال مركبه ، كذلك يراعى في هذه العملية أيضاً استعمال عوامل مؤكسدة غير متأينة . ومن العوامل المؤكسدة الكثيرة الاستعمال في هذه الطريقة غاز الأكسجين وغاز ثاني أكسيد الكبريت . ومن المحاليل الغروية للافلزات المحضرة بهذه الطريقة محلول الكبريت الغروي الذي يحضر من إمرار غاز الأكسجين أو غاز ثاني أكسيد الكبريت في محلول كبريتيد الأيدروجين في الماء .



وتحدث العملية السابقة طبيعياً في مياه العيون الكبريتية عند تعرضها لأكسجين الهواء ، كما هو ملاحظ في عيون حلوان الكبريتية حيث ترى مياه العيون المنسابة في بركتها بلون اللين نتيجة انتشار دقائق الكبريت بعد أكسدة كبريتيد الأيدروجين المذاب في الماء بأكسجين الهواء .

كذلك يحدث تكون دقائق الكبريت عند إمرار ثاني أكسيد الكبريت في محلول كبريتيد الأيدروجين كما في التفاعل الآتي :



إلا أن المحلول الناتج أقل ثباتاً في غرويته من محلول الكبريت الغروي الناتج عن أكسدة الأكسجين ، وذلك لزيادة تركيز الكبريت في المحلول الأخير .

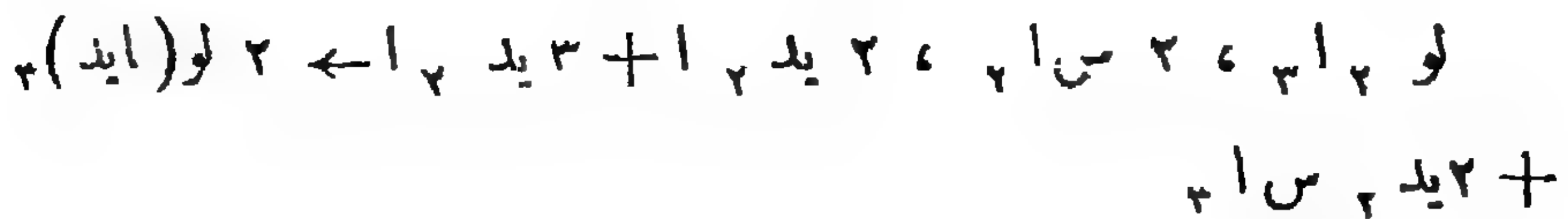
ومن المشاهد عند البحث عن فئات المجموعة الثانية يترسب كبريتيداتها بإمرار غاز كبريتيد الأيدروجين في محاليلها تكون محلول كبريت غروي عند وجود نترات أو حامض نترك في وسط التفاعل .

كذلك يجهز محلول لافلز السيلينيوم الغروي من إمرار غاز الأكسيجين في محلول مركب سيلينيدي .

عمليات التميؤ :

التميؤ هو تفكك الأملاح نتيجة لاتحاد الماء بمكوناتها ، وذلك باتحاد أيون أيدروكسيد الماء بشق المادة القاعدية مكوناً أيدروكسيد الفلز واتحاد أيون الأيدروجين بالشق الحامض مكوناً حامضاً . ولا تتكون محاليل غروية من عمليات التميؤ إلا إذا كانت نواتج التفاعل غير قابلة للذوبان في سائل المحلول المكون لوسط الانتشار، وذلك حتى لا تذوب النواتج وهي على هيئة جزيئات مكونة محاليل حقيقية ويتمتع بجمع الجزيئات إلى دقائق .

كذلك يراعى عدم وجود مواد متأينة بين نواتج عملية التميؤ ومن أهم حالات تكوين المحاليل الغروية نتيجة عمليات التميؤ هي تكوين دقائق السيليكا المائية أو حامض السيليسيك الغروي والألومينا المائية عند تفاعل الماء مع مادة الطين في عمليات التترنة :



عمليات التبادل المزدوج .

وهي من العمليات الكيميائية التي يمكن الحصول بواسطتها على محاليل

غروية لبعض المركبات عندما تكون نواتج التفاعل غير قابلة للذوبان في سائل المحلول ولا تحتوي على مواد متأينة تعمل على ترسيب دقائق المركب الناتج . ومن أمثلة المحاليل الغروية التي تحضر بهذه الطريقة محاليل هاليدات الفضة الغروية ، ومحلول كبريتيد الزئبق الغروي الناتج من إمرار غاز كبريتيد الأيدروجين في محلول سيانيد الزئبق .



وكذلك عند تكوين محلول كبريتيد الزرنيخوز الغروي عند إمرار غاز كبريتيد الأيدروجين في محلول زرنيخوزي .



تنقية المحاليل الغروية :

تنقى المحاليل الغروية مما يخالطها من مواد متأينة لغرض تثبيتها وعدم ترسيب دقائقها . وتجرى عمليات التنقية بواسطة الفصل الغشائي ، باستعمال أغشية شبه منفذة كورق السلوفان والورق المصقول أو غيرها من الأغشية شبه المنفذة التي تسمح بنفاذ الأملاح والمواد الذائبة في المحاليل الحقيقية ، ولا تسمح بنفاذ أو انتشار المحاليل الغروية . وتجرى العمليات تبعاً لخاصة اتجاه جزيئات المحاليل الحقيقية المختلطة بالمحلول الغروي إلى ما يحيط بالغشاء من ماء تنقي . ويستبدل الماء بين الحين والآخر للمحافظة على وجود فرق بين التركيز العالي داخل الغشاء وبين الماء النقي خارجه حتى يستمر اتجاه المواد الذائبة نحو الماء والتمسك من إتمام فصلها عن المحلول الغروي .

التنقية بالفصل الفشائي تحت تأثير قوة دافعة كهربائية :

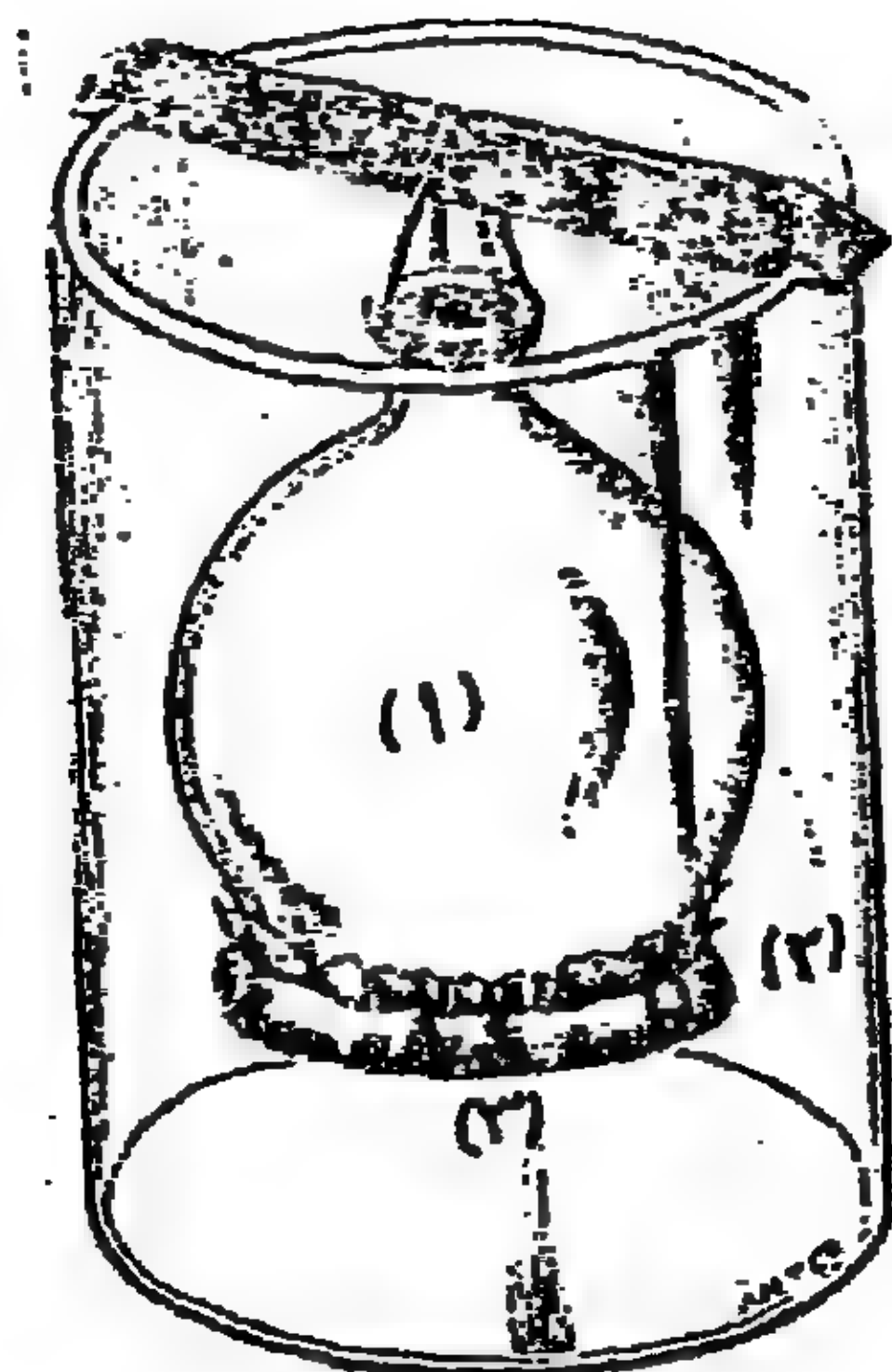
وفيها تعمل قوة دافعة كهربائية على الإسراع من نفاذ أيونات جزيئات المواد الذائبة في المحاليل الغروية خلال الغشاء شبه المنفذ ، نتيجة لجذب تلك الأيونات إلى قطبي الدائرة المخالفة لنوع شحناتها ، وذلك خلال طبقة من ماء تقى يفصل بين المحلول الغروي والقطب الكهربائي حتى لا يتعرض المحلول الغروي نفسه لتأثير أحد القطبين المخالف لنوع شحنات دقائقه الكهربائية فيرسبها عنده كما في شكل (٩ ، ١٠)

تنقية المحاليل الغروية بالترشيح تحت ضغط عال :

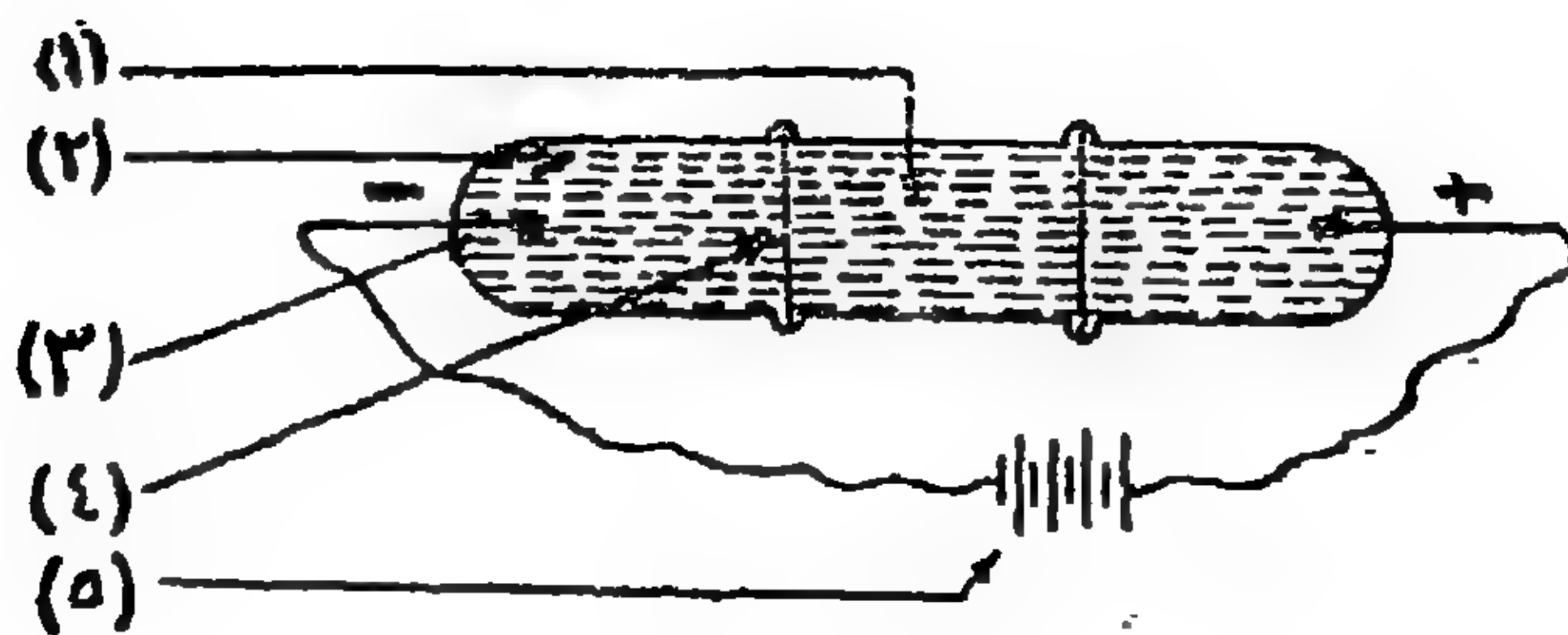
وفيها يستخدم ضغط عال يتراوح مقداره بين ١٠ — ٢٠ ضغطاً جويًا للعمل على فصل المحاليل الحقيقية عن المحلول الغروي المراد تنقيته منها ، وذلك عن طريق مسام مرشح متين الجدار كورق السولوفان أو ورق الترشيح العادي بعد تقوية أي منهما بنفسه في الكلوديون أو محلول الجيلاتين ثم غمره في محلول فورمالدهيد وغسله بعد ذلك بالماء النقي عدة مرات .

وفي الشكل رقم (١١) جهاز العملية . ويبين الشكل رقم (١٢) قطاعا يبين أجزاء الجهاز الداخلية

- ١ — ترمومتر .
- ٢ — إلى مصدر الماء النقي .
- ٣ — صنبور فتحة العينات .
- ٤ — أسطوانة من الألندم (الجدار الخارجي) .
- ٥ — أسطوانة من الألندم (الجدار الداخلي) .



شکل (۹)
 جهاز لفصل الغشائي
 (۱) اناء زجاجي (۲) حوض ماء تقى غشاء شبه منفذ



شکل رقم (۱۰)
 قطب کهربائی
 جهاز تنقية فصل غشائي کهربائی

٦ — وعاء من زجاج يتركس .

٧ — إلى مضخة التفريغ .

٨ — إلى مضخة التفريغ .

٩ — إلى قمع الفصل للتخفيف .

١٠ — قطب بلاتين .

١١ — قطب نحاس .

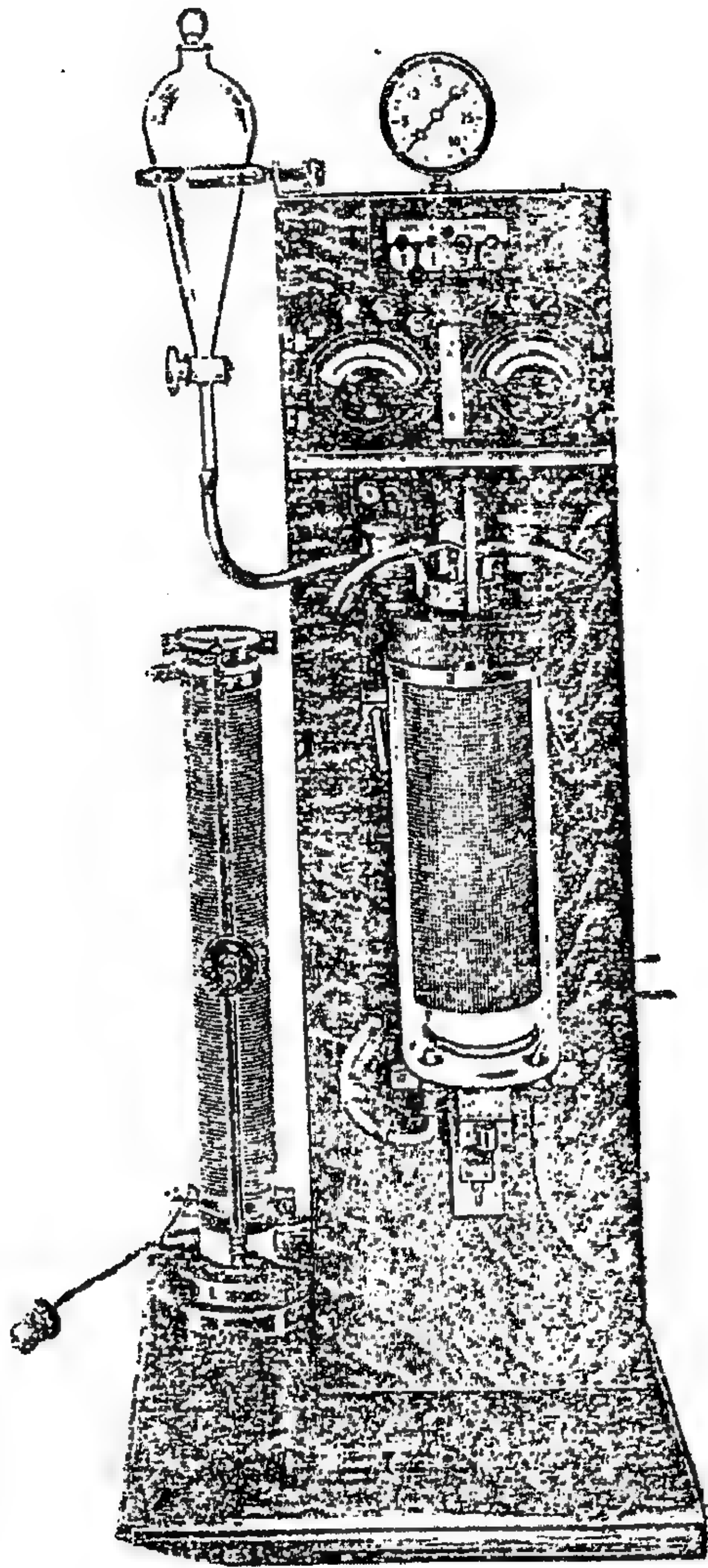
١٢ — إلى مصدر المساء النقي .

ويجمع في الجهاز مع الترشيح تحت ضغط عال خلال مرشح شبه منفذ من
الألندام تأثير قوة دافعة كهربائية تعمل من ناحيتها على الإسراع في عملية
الفصل والتنقية .

الغرويات الحافظة :

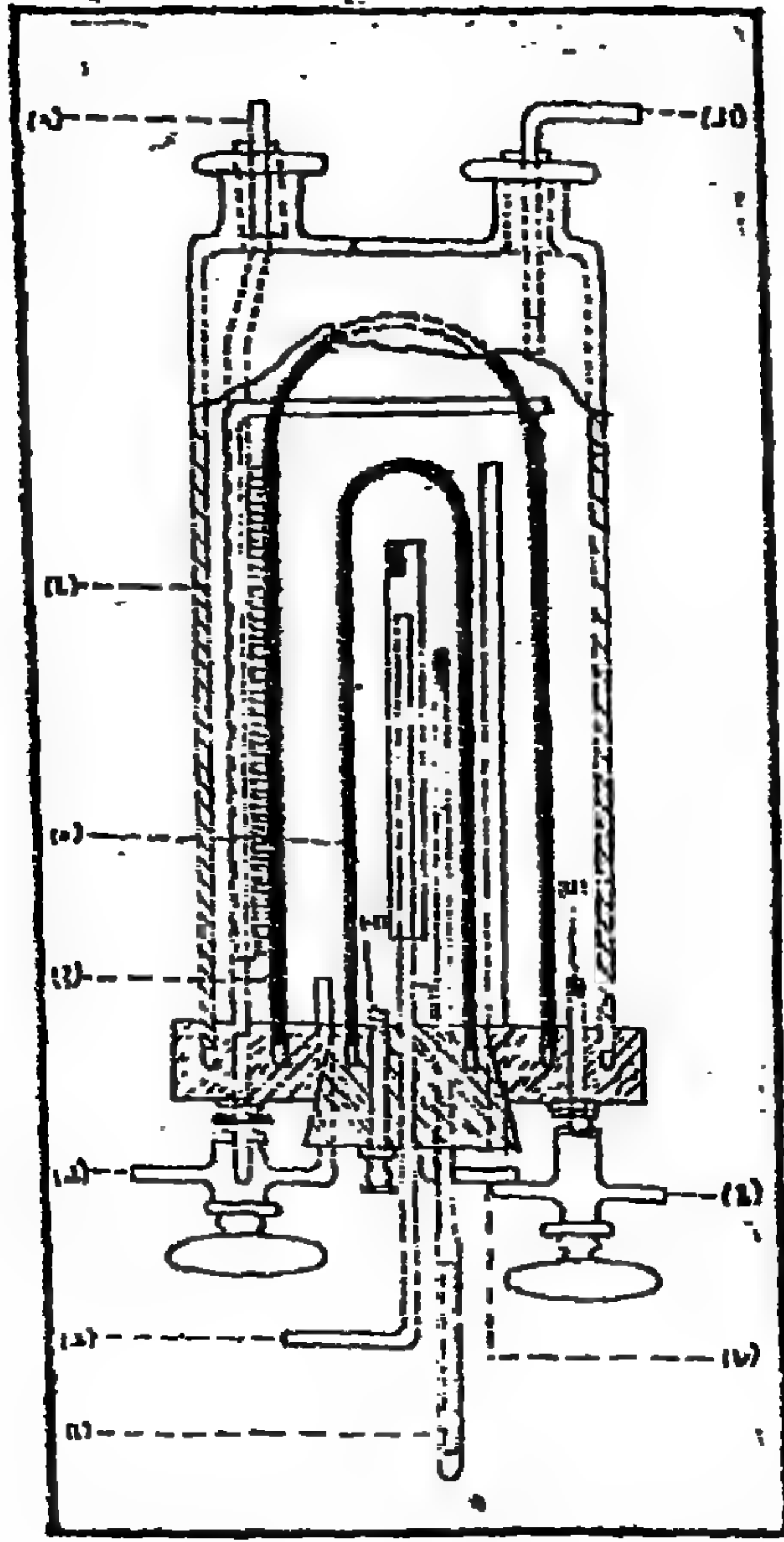
تستخدم بعض الغرويات الميالة للسوائل ذات الثبات وصعوبة الترسيب
في حفظ غيرها من أنواع الغرويات ذات الدقائق النافرة من السوائل
وتثبيتها ضد عوامل الترسيب . وتحيط الغرويات الحافظة بالدقائق النافرة من
السوائل وتحفظها من تأثير المواد المتأينة وغيرها من عوامل الترسيب . ومن
أشهر الغرويات الحافظة الكثيرة الاستعمال محلول الصمغ العربي والجيلاتين
والكازين والجلسرين .

ويسمى عدد المليجرامات التي يلزم إضافتها من الغروي الحافظ إلى ١٠ سم^٣
محلول ذهب غروي لحفظه من الترسيب عند إضافة ١ سم^٣ من ١٠ ٪ محلول
كلوريد الصوديوم إليه بالعدد الذهبي .



شكل رقم (١١)

جهاز بروفنبرنر لتنقية المحاليل الغروية بالترشيح
تحت ضغط عال وتحت تأثيره قوة دافعة كهربائية



قطاع طولى فى جهاز بروتينير
شكل رقم (١٢)

ويستعمل محلول الصمغ العربى فى حفظ عجائن التزجيج الزائقة من الرسوب .
كما تستعمل مخلفات وفضلات المذابح والساخانات فى تعطيل تجمد
عجائن المصيص ويعمل الدبال على رفع غروية الطين .

حالات ترسيب المحاليل الغروية :

تقع الدقائق تحت تأثير عدة عوامل تعمل على ترسيبها وفصلها عن وسط
الانتشار فى المحاليل الغروية ، وقاما تعمل بعض العوامل على تفكيك الدقائق

إلى جزيئات موادها محولة لها إلى محاليل حقيقية . وترسب الدقائق تحت تأثير الجاذبية عندما تكبر أحجامها . وتكون عملية الرسوب على حالتين ، هما :

١ - حالة الركود : وهي عندما ترسب الدقائق منفصلة عن وسط الانتشار لكنها ما زالت محتفظة بشحناتها الكهربائية . ويحدث ذلك عادة عند ارتفاع الثقل النوعي لمادتها . ويمكن للدقائق الراكدة أن تعود ثانية إلى حالة الانتشار مكونة محلولاً غروبياً ، وذلك بتقليلها أو استعمال بعض العوامل المجزئة كإضافة سائل وسط الانتشار نفسه .

وتختلف حالة الركود عن حالة التهيئ التي يكون فيها الهلام الغروي من دقائق سائلة منتشرة في وسط انتشار صلب مع عدم وجود سائل وسط انتشار فوقها كما في حالة غروي الجيلاتين أو النشا .

٢ - حالة التجلط : وهي تكتل الدقائق إلى حبيبات أو أجسام خارج الأبعاد الغروية ، نتيجة لفقد الشحنات الكهربائية المحيطة بالدقائق . وفي هذه الحالة يفقد الراسب الناتج خاصته الغروية ، ولا يمكن أن يعود إليها بعد ذلك إلا إذا عولج بأحد طرق تحضير المحاليل الغروية مرة ثانية .

قاعدة وقانون ترسيب الدقائق :

تتبع الدقائق في عمليات ترسيبها إلى كل من :

(١) قاعدة شولتز .

(٢) قانون استوكس .

قاعدة شولتز :

أجرى هاردي شولتز عدة تجارب على ترسيب الدقائق عن طريق معادلة شحناتها الكهربائية بإضافة مواد عالية التأين ذات شحنات كهربائية مضادة لشحنات الدقائق . وتوصل شولتز من تجاربه إلى أنه كلما ارتفع تكافؤ الأيون المرسب تضاغت قدرة ترسيبه للدقائق . فوجد أن أيونات المواد الأحادية التكافؤ كأيونات الصوديوم والبوتاسيوم والكلوريد مثلاً ترسب ما يعادلها من الدقائق ، وأن قدرة ترسيب الأيونات الثنائية التكافؤ مثل أيونات الكالسيوم والمغنيسيوم والكبريتات تعادل مائة مرة قدرة ترسيب الأيونات الأحادية التكافؤ ، أما الأيونات الثلاثية التكافؤ مثل الحديد والألومنيوم والفوسفات فذات قدرة ترسيب تعادل سبعة أضعاف قدرة ترسيب الأيونات الثنائية التكافؤ .

قانون استوكس :

وجد استوكس أن معدل ترسيب الدقائق يتناسب طردياً مع مربع نصف قطر الدقيقة ، وذلك تبعاً للعلاقة الرياضية الآتية :

$$s = \frac{2 \text{ ثق}^2}{9 \text{ ع}} (\text{ث}_1 - \text{ث}_2)$$

حيث s رمز سرعة الهبوط بالسنتيمتر / الثانية .

، ثق رمز نصف قطر الدقيقة بالسنتيمتر .

، ح رمز ثابت الجاذبية الأرضية (٩٧٩ في القاهرة) .

، ث_1 رمز الثقل النوعي لمادة الدقائق .

٤ ، ث ٢ رمز الثقل النوعى لسائل وسط الانتشار .

٥ ، ع رمز لزوجة وسط الانتشار بالبواز .

وتبلغ لزوجة الماء في درجة حرارة ٢٥° م . ٠.٠١ بواز .

عوامل ترسيب دقائق المحاليل الغروية :

من قاعدة شولتز وقانون استوكس وخواص المحاليل الغروية يمكن
حصـر عوامل ترسيب دقائق المحاليل الغروية في الآتي :

١ — يعمل التسخين إلى درجات الحرارة العالية على خفض لزوجة سوائل
وسط الانتشار مما يعمل على ترسيب الدقائق .

٢ — يعمل التبريد القارس على شل حركة الدقائق مما يعمل على رسوبها .

٣ — يفقد تجفيف المحلول الغروي سائل وسط انتشار الدقائق ، وذلك
بسبب ركودها .

ويكون ترسيب الدقائق بواسطة العوامل الثلاثة السابقة على هيئة ركود
في أغلب حالات الترسيب ، ويمكن للدقائق استعادة حالات انتشارها .

٤ — إضافة مواد ذات شحنات مضادة لشحنات الدقائق ، أو تعريض
الدقائق لمجال كهربائي مخالف في نوع كهربيته لشحنات الدقائق يسبب تجلط
الدقائق مع قعدها لخاصتها الغروية .

التطبيقات العملية لعوامل الترسيب :

من الأمثلة العملية الكثيرة التي يستفاد فيها من فعل عوامل ترسيب
الدقائق النواحي الآتية :

١ — استعمال الشب المحتوى على الألومنيوم أو الحديد الثلاثى التكافؤ
ذوى شحنة كهربائية موجبة فى ترويق المياه المحتوية على طين غروى سالب
الشحنات الكهربائية عادة .

٢ — استعمال محلول كلوريد الحديدىك المحتوى على أيون حديدىك ثلاثى
التكافؤ الموجب الكهربائىة فى ترسيب الدم وتجليطه لإيقاف النزيف . ودقائق
ثم سالبة الشحنات الكهربائىة .

٣ — عمليات فرز الدقائق بزيادة الجاذبية عن طريق المحلول الغروى لقوة
طاردة فى آلات الفرز . وذلك كما فى عملية فرز القشدة والمواد الدهنية من الألبان .

٤ — ترسيب الدقائق الضارة المنتشرة فى الهواء فى جو المصانع باستخدام
ضغط كهربائى عال يؤين غازات الهواء لتعادل شحنات تلك الدقائق المنتشرة
فيه ، وذلك كما فى مصائد « كوتريل » المستخدمة فى تنقية جو المصانع من أبخرة
ودقائق الأحماض الأكالة .

٥ — عمليات تنقية وتجهيز الطين كما سيأتى تفصيله عند الكلام عن هذه
العمليات .

غروية الطين

مكونات الطين الغروية :

المكونات الغروية الأساسية فى الطين هى سيليكات الألومنيوم المائية على
اختلاف أنواعها وحامض السيليسيك الغروى والألومينا المائية ، مع مركبات
الحديد المائية ، ومواد عضوية مائية موجودة بالطين على هيئة غرويات إضافية .

ويكثر وجود كميات صغيرة من الأملاح القابلة لذوبان مدمصة على سطح دقائق الطين .

ويحتوى الطين على مواد عديدة الغروية بجانب المواد السابقة مثل حبات الرمل وقليل جداً من بلورات معدن الكاولينيت النقي وجسيمات من الطين الصينى والكاولين مع غيرها من مواد خشنة طبيعية .

ومن أنواع الطين، مثل الطين الزلطى، ما هى عديدة الغروية فى حالاتها التى توجد عليها فى الطبيعة، وهذه تحتاج إلى معالجات خاصة عند تجهيزها لاستعيد غرويتها الكامنة. وعلى النقيض من ذلك توجد أنواع أخرى من الطين، مثل الطينة اللازقة ، وكذلك البنتونيت ، عالية فى خواصها الغروية . وتتكون أنواع الطين التجارية من مخاليط من مقادير متوازنة من كل من الطين الغروى والمواد الخشنة .

وتتوقف غروية الطين على مقدار ما يحتويه من دقائق . وأهم مواد الطين الغروية هى :

السيليكا الغروية :

لا توجد السيليكا ولا السيليكات على الحالة الغروية فى الطبيعة . ويرجع السبب فى ذلك إلى شدة صلادة السيليكا ومقاومتها لعوامل التفتت والتحلل . وحتى فى الحالات التى تتعرض لها السيليكا لعوامل التعرية والتحلل القاسية التى تحولها إلى دقائق من حامض السيليسيك الغروى فإن تلك الدقائق لا تستمر طويلاً فى حالة غروية ، إذ سرعان ما تتركز تلك الدقائق على هيئة سيليكا غير

متبلورة في صور من الزلط إن كانت نقية والشيرت إن كانت غير نقية . وقد
تترسب على صورة معدن العقيق الأبيض . كذلك يتصلب حامض السيليسيك
المتخلل لرواسب الطين عند الجفاف .

ودقائق السيليكات من النوع النافر للسوائل ، ذات شحنات كهربائية سالبة .
وقد قدر « برادفيلد » فرق الجهد الكهربائي للسيليكات بالنسبة لثابت عزل
الماء بمقدار — ٠.٣٠ ر . فولتا ، وتتغير شحنة دقائق السيليكات في وسط حامض
إلى نوع موجب كهربائية . وقدّر « فيكتور لينر » أبعاد دقائق السيليكات ووجد
أن نحو ٨٥ ٪ من وزنها تقل أبعاد أقطارها عن أربعة ميكرونات و ١٥ ٪ باقي
الوزن يتراوح بعد أقطاره بين ٤ — ١٦ ميكرونًا . وأظهرت جميع دقائق
السيليكات المنتشرة في ماء نقي حركة براون نشيطة، وظاهرة تئدال الضوئية لعدة
أسابيع .

وأفضل طريقة للحصول على محاليل غروية ثابتة لحامض السيليسيك هي
غسل دقائقه فترة طويلة بمحلول سيليكات الصوديوم . كذلك أمكن الحصول
على دقائق من السيليكات عند طحن رمال أتاوة في طواحين بلى مدة تتراوح بين
٣٥٠ — ٤٠٠ ساعة .

ومن المشاهد منذ القدم عند قدماء المصريين تحول الكوارتز الحامل
للذهب إلى مادة طينية ذات خواص غروية عالية عند طحنه مع الماء في طواحين
الرحى في عمليات استخلاص الذهب منه . كذلك يحول الضغط والحرارة
السيليكات المتبلورة أو المتجمدة إلى سيليكات مائية هلامية، وذلك عند ارتباطها بالماء
في مثل تلك الظروف ، وتؤدي ذلك نتائج أبحاث « ميخائيليس » التي عرضها
في ٩ مارس ١٩٠٩ على القائمين بصناعة أسمنت بورتلاند ، والتي تلخص في أن

مستحوق الكوارتز الناعم يتحول إلى حامض سيليسيك مائي غروي عند غليه مع الماء .

الألومينا والسيليكات الغروية :

يندر أن توجد الألومينا منفردة في الطبيعة ، وذلك كمعادن الكورند واليواقيت ، وهذه معادن شديدة الصلادة لا يفوقها في ذلك غير الماس ، وهذه مواد غير غروية . أما الألومينا المائية التي توجد في الطبيعة على هيئة معادن البواكسيت واللاتيريت والدياسبور فهي مواد ذات غروية كامنة تظهر عند معالجتها بطرق خاصة . وتوجد الألومينا متحدة مع السيليكات على هيئة سيليكات معقدة في معادن الفالسبار ، كما توجد متحدة مع السيليكات على هيئة سيليكات بسيطة كما في الطين . وتوجد بين مكونات الطين ألومينا منفردة ، وذلك استنتاجاً لما أثبتته « إدواردز »^(١) من أن نحو ٤٤٪ من نتائج تحليل الطين تحتوي على نسب من الألومينا تزيد على نسبة وجودها في سيليكات الألومنيوم مادة الكاولين . وتعلل سهولة استخلاص فلز الألومنيوم من خاماته الطينية إلى وجود ألومينا منفردة بها ، وقد نصح إدواردز باستخراج الفلز من تلك الخامات بدلاً من استخراجها من خام البواكسيت فقط . ومن أشهر المعادن الصالحة لاستخراج فلز الألومنيوم غير البواكسيت معادن النيفيلين والصوداليت والأندالوسيت والسيليمانيت والكيانيت .

ووجد برادفيلد أن نوع شحنة دقائق أيدروكسيد الألومنيوم من النوع الموجب الكهربائية ، وأن فرق جهداً + ٠٦٧ر فولتاً بالنسبة لثابت عزل الماء .

(١) إدواردز : وجود الألومينا المنفردة في طين الولايات المتحدة الأمريكية . نشرة الجيولوجيا الاقتصادية ، ٩ ، ١١٢ : ١٩١٤ .

ويتحول الفلspar إلى دقائق غروية عند سحبه طويلا مع ماء يحتوى على قليل من بعض المواد للتأينة .

أكاسيد الحديد الغروية :

أكاسيد الحديد المائية مواد غروية موجبة الشحنة الكهربائية ، ولو أنها كثيراً ما تتحول إلى نوع سالب الشحنة . ويبلغ فرق جهد أيدروكسيد الحديد الغروية $+ 0.30$ فولتا بالنسبة لثابت عزل الماء . وتزيد أكاسيد الحديد المائية من غروية الطين عند وجودها فيه .

نوع غروية الطين :

عند اختبار طبيعة دقائق الطين المنتشرة في الماء النقي وجدت من النوع النافر من الماء، ذات حركة براون ضعيفة، وظاهرة تنبدال قوية . ودقائق الطين وحدها غير متميزة الشحنة وإنما تكتسب شحناتها من ادمصاصها للأيونات السائبة في وسط الانتشار في أثناء تكوين الطين، وذلك مثل أيونات الأيدروكسيد من الأيدروكسيدات القلوية الناتجة في أثناء عمليات تحلل الصخر الأصلي . وتسبب أيونات الأيدروكسيد للمدصة على سطح الدقائق شحنها بكهربائية سالبة . وقد وجد أن غروية الطين تنخفض عند إضافة الأحماض إليه ، لكنها تعود إلى الظهور عندما يصل الرقم الأيدروجيني للمحلول (٣) ، وعندئذ تكون شحنة الدقائق من النوع الموجب ، إلا أن غروية الطين في هذه الحالة أضعف من غرويته في وسط قلوى .

سوائل وسط انتشار دقائق الطين :

الماء هو وسط الانتشار العادى لدقائق الطين . ومن السوائل التي تنتشر

فيها دقائق الطين غير الماء سائل الجلسرين أو مخلوطه مع الماء ، ويكسب الجلسرين الطين غروية عالية للزوجته ومقاومته للجفاف ، وذلك لارتفاع درجة غليانه ارتفاعاً كبيراً عن درجات حرارة التجفيف . ومن أنواع الطين المستعمل فيه مخلوط الجلسرين مع الماء كوسط انتشار مادة البلاستيسين . وقد جرب استعمال الكحول الإيثيلي كوسط انتشار فثبت نجاحه . وكقاعدة عامة يجب توافر أيون الأيدروكسيد في سائل وسط الانتشار للحصول على طين غروي .

العوامل المؤثرة في غروية الطين :

وتشمل العوامل الآتية :

١ — العوامل الميكانيكية : تزداد غروية الطين بنعومة أجزائه ، فالسكاولينات الخشنة أقل غروية من الطينات الناعمة . ويمكن الحصول على درجات نعومة مناسبة في حالة السكاولينات الخشنة بطحنها طحناً رطباً . كذلك تفصل المواد الخشنة غير الطينية في عمليات التنقية .

٢ — العوامل الكيميائية : وأهم هذه العوامل هي الرقم الأيدروجيني وفعل القلويات والأحماض وتأثير الأملاح القابلة للذوبان .

الرقم الأيدروجيني : تتلخص أبحاث هول^(١) التي أجراها على قياس الرقم الأيدروجيني لخلاصات مائية لعدة أنواع من الطين أذيت في ماء تقى بنسبة جزء من الطين إلى أربعة أجزاء من الماء ، وذلك فيما عدا البنتونيت الذي أذيب كل جزء منه في ٧٠ جزءاً من الماء ، في النتائج الآتية :

(١) أبحاث هول. عن الرقم الأيدروجيني لطينات الولايات المتحدة الأمريكية في مصلحة

المقاييس .

الرقم الأيدروجيني تلخيصه:

نوع الطين :

٥٢٠

طين صيني إنجليزى

٩٧٢

بتونيت

٤٧٥

كلولين كارولينا الشمالية

٥٩٠

كلولين فلوريدا

٤١٥

كلولين جورجيا

٥٠٠

طين حرارى « . ه . ، ووكر »

٦١٠

مسحوق خزف زلطى

٤٠٥

طينة كروية إنجليزية

٥٥٠

طينة تنيسى الكروية

٥٢٠

طينة كنتوكى الكروية

وتدل تلك النتائج دلالة عامة على زيادة الرقم الأيدروجيني بزيادة نعومة وغروية الطين إذا ما استبعدت نتائج الطينات الكروية ، كذلك وجد هول أن غسيل الطين يخفض من كل من الحموضة والقلوية .

وقد وجد كل من هول وماتسون^(١) من نتائج بحوثهما على تأثير تركيز أيون الأيدروجين على غروية الطين أن دقائق الطين تصبح موجبة الشحنة عند زيادة حموضة الوسط مع بقاء انتقالها نحو القطب السالب ، وربما فقدت الدقائق قدرة انتقالها تماماً فى الوسط الحامض وذلك مما يعمل على ترسيبها، ومن المعروف أن أيونات الأيدروكسيد القلوية التأثير تزيد من سرعة انتقال دقائق الطين نحو القطب الموجب .

(١) هول وماتسون: تأثير تركيز أيون الأيدروجين على غروية الطين . جورنال جمعية الحرف الأمريكية ، ٦ (٩) ، ١٩١٩ ، ١٩٢٣ .

إلا أن ريتشارد برادفيلد^(١) وجد أن زيادة حموضة الوسط لا تسبب تغيراً في شحنة دقائق الطين ، كما وجد زيتل^(٢) أن دقائق بعض الكاولينات لا تنتقل نحو القطب السالب عند زيادة تركيز أيون الأيدروجين ، وتدل تلك النتائج على أن شحنة دقائق الطين تظل سالبة رغم تغير وسط الانتشار ، كذلك وجد أن الأحماض تسبب ترسيب دقائق الطين في أول إضافتها ، إلا أنها لا تلبث أن تكتسب الدقائق شحنة كهربائية مخالفة تبدأ بعدها في الانتشار في الوسط الحامض ، وذلك بعكس تأثير القلويات التي تسبب انتشار الدقائق مدة طويلة حتى إذا ما زاد تركيزها إلى حد معين تبدأ الدقائق في الهبوط .

ويمكن تلخيص نتائج البحوث التي أجريت على تأثير الرقم الأيدروجيني على دقائق وغروية الطين في أن إضافة كمية مناسبة من القلوي إلى الطين، وذلك كإضافة كربونات صوديوم بنسبة ٣.٠٪ أو سيليكات صوديوم بنسبة أقل من ذلك ، يزيد من غروية الطين ويعمل على انفصال الحبيبات عن الدقائق لانخفاض لزوجة السائل ، ويكون الطين في هذه الحالة في أقصى حالة غروية صحيحة، وتسمى هذه الدرجة من درجات الغروية بدرجة أقصى انتشار الدقائق حيث تكون فيها الدقائق في أنشط حركتها ، ويبلغ الرقم الأيدروجيني لهذه الدرجة ما بين ١١-١٢ ، وتختلف قيمة ذلك الرقم من طين لآخر لاختلاف حالات غروية أنواع الطين ، وتعمل زيادة غروية الطين على خفض مقدار بناء المستعمل لتكوين عجينة معتدلة اللزوجة صالحة للتشكيل حتى يمكن صلاحية

(١) برادفيلد : تأثير العوامل الكيميائية في خواص الطين الغروية . تقرير أبحاث خطة التجارب الزراعية بجامعة ميسوري ، ٦٠ ، ٣٦ ، ١٩٢٣ .

(٢) زيتل : معمل الخزف ، جامعة واشنطن .

تجينة التشكيل باليد مثلاً للتشكيل بالنصب عند إضافة القلوى إليها دون الحاجة إلى زيادة كمية ماء العجن، وفي ذلك وقاية لعدم تشقق أو تشريح المشغول عند جفافه. ولا تستعمل الأحماض المعدنية لغرض رفع غروية السكاولينات لتأينها، وإنما يستعمل حامض عضوي مثل حامض الخليك الذي يضاف بنسبة تتراوح بين ٥ر٠ — ١٪، وتزيد الأحماض من لزوجة المحلول الغروي للطين بعكس فعل القلويات في هذه الناحية.

تأثير الأملاح :

تسبب الأملاح القابلة للذوبان في الماء من تغير في نوع شحنة الدقائق، كما تعقد من التفاعلات المائية مما يعرقل من عملية انتقال الدقائق إلى القطب السالب، ذلك لأن الشق الحامض للأملاح الموجودة في الطين ذات أحماض قليلة الذوبان في الماء. كما يحدث أن تسمى بعض الأملاح متحولة إلى دقائق ذات شحنات مخالفة لنوع شحنات أيوناتها، ولا تحدث عملية تميؤ في حالة القلوية، وقد وجد أن لـكلوريد الكالسيوم تأثيراً ضعيفاً على غروية الطين في حين تزداد الغروية عند إضافة كلوريد الخارصين أو كلوريد القصدير أو كلوريد الألومنيوم، وتضاف هذه الأملاح بنسبة ٠٧ر٠٪ ويلاحظ أن وجود الأملاح يسبب ارتفاعاً في لزوجة المحلول الغروي للطين، شأنها في ذلك شأن وجود الأحماض.

٣ — تأثير الزمن في غروية الطين :

تزداد نعومة الدقائق بمضي الزمن على محلول الطين الغروي، كما يزداد انتظام انتشار الدقائق وتجانس توزيع غشاء الماء حولها نتيجة خروج الغازات الملتصقة بأجسام الدقائق والتي يعيق وجودها تغليف الدقائق بأغشية الماء. كل ذلك يرفع من غروية الطين.

٤ — تأثير الحرارة في غروية الطين :

تزداد غروية الطين عند تسخين محلوله لتميؤ جزيئات سيليكات الألومنيوم المائية إلى دقائق من السيليكات المائية والألومينا المائية . أما إذا زاد التسخين إلى درجة حدوث تبخر الماء فإن دقائق الطين تفقد ماء وسط انتشارها وتركد إلى كتل متماسكة ، وتعود تلك الكتل الرابدة إلى حالتها الغروية عند إضافة الماء إليها ، وفي حالة ارتفاع درجة حرارة التسخين إلى ٣٣٠°م . تبدأ سيليكات الألومنيوم المائية مادة الدقائق في فقد ماء الارتباط بها وتكتل إلى حبيبات غير متماسكة لا تلبث أن ترسب مع فقدائها لخاصتها الغروية بصفة دائمة دون التمكن من استعادتها .

٥ — فعل البكتيريا والمواد العضوية :

تعمل البكتيريا على رفع غروية الطين، وذلك بما تفرزه من أحماض عضوية وتحديثه من عمليات كيميائية في أثناء نموها وتكاثرها. وبما يزيد في نمو البكتيريا وما يترتب عليه من زيادة في غروية الطين توافر العوامل الآتية :

(أ) درجة الحرارة المناسبة لنمو البكتيريا ، وهذه تتراوح بين ٢٧-٣٢°م .
(ب) زيادة نسبة الأكسجين اللازم لعمليات تنفس البكتيريا . ومن المواد التي تعمل على زيادة الأكسجين في جو النمو إضافة فوق أكسيد الأيدروجين إلى المحلول الطيني .

(ج) وفرة الغذاء اللازم لنمو البكتيريا مثل الفوسفات والمواد السكرية والنشوية ومركبات الفسف .

كذلك تعمل بعض المواد العضوية على زيادة غروية الطين . وأفضل هذه

المواد الأصماغ ومركبات العفص وخلاصة قلته وخلاصات القش والسكاد الهندي وما يشابهها . ومن المعروف أن الطينات المحتوية على الديال أعلى في غرويتها من الخالية منه . وعلى العكس من ذلك تسبب بعض المواد العضوية الأخرى خفض غروية الطين عند إضافتها إليه، وذلك مثل الكحول الإيثيلي والبنزول التجاري والأسيتون ورابع كلوريد الكربون .

الطين الصابوني^(١) أو طين التنظيف :

تشبه بعض الطينات ذات الطبيعة الغروية العالية الصابون في إحداث الرغوى والخواص المنظفة . وذلك لأن لكل من هذه الطينات والصابون توترا سطحيا منخفضا عن توتر سطح الماء ، ولزوجة أعلى من لزوجة الماء ، وهذه الطينات قدرة على الاستحلاب وقدرة على ادمصاص المواد الدهنية والأوساخ . ومن أنواع الطين الصابوني ما يستخرج من ولاية « كاليفورنيا » ويستعمل بدلا من الصابون في المغاسل .

(١) وستون : عمال الطين البريطانيون ، ٢٨ ، ٢٤٥ - ٢٤٦ ، ١٩٢٠ .

الباب السابع

لازبية الطين

اللازبية هي قدرة دوام انسياب المواد الصلبة تحت تأثير الضغط مع بقاء الجسم الناتج متماسكا محتفظا بشكله عند زوال الضغط عنه .

وأكثر المواد لازبية هي عجائن الطين والمصيص والأسمنت ومواد البلاستيك، وكذلك بعض الفلزات مثل الذهب والنحاس والرصاص، ويكتسب الزجاج لازبية حرارية عند تسخينه إلى درجة حرارة لينه .

الفرق بين اللازبية واللدونة:

اللدونة حالة تشبه خاصة اللازبية ، وقد تسمى اللازبية الكاذبة . واللدونة حالة توجد عليها بعض الأجسام تقع بين حالة الصلابة وحالة السيولة مثل الشموع والقار والراتنجات والأصماغ والفراء والأسفلت وشمع الختم والفازلين . وتقبل الأجسام اللدنة التشكيل بالضغط لكنها لا تحتفظ بشكلها بعد زوال الضغط عنها . فإذا ترك جسم لدن معلقا في الهواء مدة أخذ في الانثناء تدريجياً تحت تأثير ثقله ، كذلك إذا وضع ذلك الجسم فوق سطح أفقى امتد عليه ببطء .

وتختلف بنية المواد اللدنة عن المواد اللازبة في أن الأولى متجانسة في حين أن الثانية تتكون من جسيمات ناعمة ومواد خشنة . ومن الممكن تحويل المواد اللدنة إلى مواد لازبة بإضافة مواد خشنة، إليها، وذلك كما في التجارب التي قام بنجام بها .

وهناك فارقان واضحان بين خواص المواد اللازبة والمواد اللدنة ، هما :
١ — تقل اللدونة بالتسخين في حين تزداد اللازبية عند التسخين إلى حد معين ، ولو أنها تفقد لازبيتها إذا ارتفعت درجة حرارة التسخين فوق ذلك الحد .

٢ — تزداد اللدونة بأكبر كثافة المادة، بينما تضعف اللازبية بأكبر الكثافة.

الفرق بين اللازبية والمرونة :

المرونة هي قابلية الجسم لاستعادة شكله الأصلي بعد تغيره بمؤثر عند زوال ذلك المؤثر ، في حين أن اللازبية هي احتفاظ الجسم بشكله الذي يتركه عليه المؤثر . ويتضح من ذلك عدم قابلية الأجسام المرنة مثل العاج والمطاط والصلب إلى التشكيل بالضغط . ولا تقبل الأجسام المرنة التشكيل بالضغط إلا بعد أن تفقد مرونتها . وعلى ذلك يتبين أن الأجسام اللازبة عديمة المرونة .

الفرق بين اللازبية واللزوجة :

اللزوجة هي خاصية مقاومة السوائل لانسيابها . ولا تحتاج السوائل في انسيابها إلى جهد ميكانيكي ملموس .

كما في حالة الأجسام اللازمية ، كذلك نجد أن السوائل اللزجة ضعيفة التماسك لا تحتفظ بشكائها لدوام انسيابها بعكس المواد اللازمية الصلبة .

وتحسب لزوجة السوائل أو معدل انسيابها من القانون :

$$\eta \times \frac{C}{N}$$

أما لازمية المواد الصلبة أو معدل انسيابها فتحسب من القانون :

$$\eta \times \frac{C}{N - (W - O)}$$

حيث η مقدار ثابت ، تتوقف قيمته على نوع المادة .

، $\frac{C}{N}$ الحجم المناسب في كل وحدة زمنية .

، N هو مقدار الضغط المستعمل لاستمرار الانسياب .

، O مقدار الضغط اللازم لبدء الانسياب .

ونجد من القانونين السابقين أن المواد اللازمية تحتاج إلى مقدار من الضغط لبدء انسيابها في حين أن السوائل اللزجة غير محتاجة إلى مثل ذلك الضغط لضعف أو انعدام تماسكها .

وثمة فرق آخر بين كل من اللازمية واللزوجة وهو أن لزوجة السوائل تقل بارتفاع درجة الحرارة وصغر كثافة المادة ، وذلك على عكس ما يحدث لللازمية الأجسام الصلبة .

تفسير لازية الطين

وضع علماء الخزف عدة فروض لتفسير لازية الطين، وقاموا بأبحاث متعددة للتحقق من صحتها ، واستقر بهم الأمر إلى وضع خمس نظريات تصاح لتفسير هذه الخاصة . ويمكن تقسيم هذه النظريات إلى نواح ثلاث ، هي :

(أ) نظريات تبحث في أسباب طبيعة لازية الطين وتشمل :

١ — نظرية الجذب الجزيئي .

٢ — نظرية التوتر السطحي .

(ب) نظريات تبحث في العوامل المؤثرة في لازية الطين وتشمل :

١ — فعل المواد العضوية والبكتيريا في لازية الطين ،

٢ — تأثير حجم وشكل الجسيمات وما يحتويه الطين من مواد خشنة وحالة توزيع كل منها في عجائن الطين اللازب . وقد سبق الإشارة إلى ذلك في باب بنية الطين .

(ح) الحالة الغروية، وتعتبر نظرية إرجاع لازية الطين إلى ما تحتويه عجائنه من محاليل غروية نظرية وسطا بين نظريات القسمين السابقين ، فقد نجحت هذه النظرية في تفسير كل من أسباب لازية الطين والعوامل المؤثرة فيها .

وقد سبق التكلم عن الخاصة الغروية بصفة عامة وغروية الطين بصفة خاصة في الباب السابق من الكتاب .

نظرية الجذب الجزيئى

سنتناول هنا ناحية التعرف على النظرية ثم نبحث عن مدى الاستفادة
بمخاصة الجذب الجزيئى فى تفسير أحد أركان لازية الطين .

والجذب الجزيئى هو القوة التى تربط بين جزيئات المواد بعضها ببعض .
ويتغير مقدار هذه القوة بتغير حالة المادة فهو منخفض فى الحالات الغازية ،
كبير فى حالات السوائل وكبير جداً فى حالات المواد الصلبة . كذلك يقل
مقدار قوة الجذب الجزيئى بارتفاع درجة حرارة الجسم . والجذب الجزيئى هو
القوة المحدثة للتماسك بين أجزاء المادة .

والجذب الجزيئى قوة لا يستهان بها قدرها « برتيلىو^(١) » فى المائ سنة ١٨٥٠
بمقدار ٧٣ر٥ رطلا على البوصة المربعة . وتختلف مقادير هذه القوة باختلاف
المواد . وقوة الجذب الجزيئى فى السوائل هى القوة التى يجب التغلب عليها عند
التبخير . كذلك تحدث قوة الجذب الجزيئى بين السوائل و سطح الأجسام الصلبة
قوة التماس كبيرة بين سطحى جسمين من الصلب عندما يتماسان تماساً كاملاً لا يتخلله
هواء . وقد قدر « بدجيت^(٢) » قوة التماسك بين سطحين من الصلب بواسطة
غشاء مائى بما يقرب من ٩٠ رطلا على البوصة المربعة . ولا تكون قوة الجذب
الجزيئى بين جزيئات سطح مادة بالقدر الحسوس إلا إذا كانت المسافة بينها

(١) أيوكين ولامر: الكيمياء الطبيعية، ١٥٢ - ماك جرو-هيل (ناشر) ، ١٩٢٥ .

(٢) بدجيت : نخط الجمعية الملكية ، ٨٢ (أ) ، ١٩١٢ .

صغيرة جداً ، فتفقد جزيئات الماء قوة التجاذب بينها إذا زاد البعد بين كل جزيء والآخر عن ٥.٠٠٠.٠٠٠ ر. من المليمتر تقريباً^(١) .

الجذب الجزيئي بين جسيمات عجائن الطين :

يحدث الجذب الجزيئي بدرجة نشيطة فعالة بين حبيبات ودقائق الطين المنتشرة في محلوله الغروي بين كل من :

(١) أغشية الماء وبعضها .

(٢) أغشية الماء وسطح الجسيمات .

(٣) الدقائق والحبيبات نفسها^(٢) .

وقد وجد « جروت^(٣) » أن لزوجة غشاء الماء المحيطة بجسيمات الطين دون اعتبار لأبعادها ، وكذلك غروية المحلول الناتج تزداد في كليهما كثيراً بقوة الجذب الجزيئي بين أغشية الماء وما تحيط به من جسيمات ، وقد حاول جروت^(٤) أن يبرهن عن طريق الحساب أن كمية الماء اللازمة لتكوين غشاء من الماء سمكه ٥.٠٠٠.٠٠٠ ر. من المليمتر حول جسيمات الجسم مع ما يلزم من ماء للمسام الجسم تبلغ في مقدارها ما يقرب من نفس كمية الماء اللازمة لتلين الجسم ، وقد توصل جروت من محاولاته إلى المقادير الآتية :

(١) دف : الطبيعة ، ١٤٦ . الناشر أولاد بلاكتون وشركاهم ، ١٩٠٩ .

(٢) شاتلي : القوة الجزيئية ولازمية الطين . تطورات جمعية الخزف الإنجليزية ، ١٩ ،

١٩ : ١٩٢٠ .

(٣) جروت ويوب : لازمية الطين ، تطورات جمعية الخزف الأمريكية ، ١٤ ، ٧١ :

١٩١٢ ، نشرة مصلحة المساحة الجيولوجية بولاية فرجينيا الغربية ، ٣ ، ٢٦ .

(٤) وذلك كما في طريقة حساب أبعاد الدقائق في الباب الخامس من الكتاب .

يتراوح وزن الماء اللازم لتكوين الأغشية حول جسيمات كتلة من الطفل بين ٠.٢ - ١٠ ٪ من وزن العجينة الجافة ، أو ما يبلغ في المتوسط ٤-٥ ٪ . وتزداد هذه النسبة في الأنواع التي هي أقل تماسكا من الطين ، وذلك كما في طمي الأنهار وطينات مصباتها التي تصل فيها نسبة كمية الماء السابقة إلى ١٠.٠-١٧.٧ ٪ وتبلغ كمية ماء الأغشية في الطينيات شديدة النعومة إلى ما يزيد على ٢٥ ٪ ويراعى عند التقدير إضافة كمية الماء اللازم للماء السام إلى ماء الأغشية حتى يمكن مقارنتها بكميات الماء اللازمة لتلين الأنواع السابقة من الطين ، وقد وجد أن كميات ماء التلين تزيد في مقاديرها كثيراً على مقادير الكميات المحسوبة .

وقد قام « بوردي » بمراجعة نتائج جروت السابقة مراجعة حسابية ، فافترضاً أن جسيمات الطين كروية الشكل وأن البعد القطري لها هو ٠.٠٠٥ ر . من المليمتر في المتوسط ، وأن سمك غشاء الماء هو ٠.٠٠٠٥ ر . من المليمتر ، فوجد أن نسبة ماء الأغشية تساوي ٢٢.٥ ٪ من وزن الطين اللازم . واستخدم بوردي في حسابه نفس القواعد التي استخدمها جروت^(١) . وقد وجد بوردي أن من أسباب زيادة نسبة ماء التلين عن المقدار المحسوب راجع إلى أن الأملاح المدمصة على سطح دقائق الطين ذات فعل رئيسي في زيادة التوتر السطحي بين أغشية الماء وما تحدثه هذه الزيادة من تكوين محلول لزج حول الدقائق وأن حرية حركة حبات الطين وجسيماته تزداد كثيراً في مثل هذا الوسط الزلق^(٢)

(١) بوردي : طرق حساب ماء الأغشية . تطورات جمعية الخزف الأمريكية ، ١١ ، ٥٧٠ : ١٩١٩ .

(٢) بوردي : نظرية اللازمية ، تطورات جمعية الخزف الأمريكية ، ١١ ، ٥٥٥ : ١٩٠٩ .

وتؤيد أبحاث بوردي البيانات الواردة في الجدول ص ٣٠٠ ، ٣٠١ من الكتاب المتعلقة بزيادة التوتر السطحي لأغشية الماء عند إضافة الأملاح وخاصة عندما تكون مختلفة الأنواع .

كذلك يمكن تعليل ارتفاع نسبة ماء التلين عن نسبة ماء الأغشية والمسام المحبوبة بأن شكل جسيمات الطين ليست دائماً كروية كما يفرض عند الحساب.

نظرية التوتر السطحي

يمكن تعريف التوتر السطحي بأنه مقاومة سطح السائل لعوامل الانفعال والإجهاد الواقع تحتها السائل .

فعند وجود قطرة من البرافين على سطح زجاجي نظيف نجدها تتفطخ تحت تأثير الجاذبية الأرضية ، كذلك تتفطخ قطرة الماء ولكن بدرجة أقل من البرافين .

وإذا وضعت قطرة الماء على سطح دهني فإنها تظل كروية الشكل ، كذلك تحتفظ قطرة من الزئبق بكروييتها على أى سطح توضع عليه ، وإذا أمكن للسوائل أن تتلخص من تأثير الجاذبية الأرضية والاحتكاك بالسطح فإن قطراتها تظل كروية الشكل ، وذلك كما يشاهد في حالة قطرات المطر المعلقة في الهواء ، أو سقوط مصهور المواد في الهواء فإنها تأخذ شكلاً كروياً ، وإذا تجمدت المصهورات قبل وصولها إلى سطح فإنها تصبح على شكل كرات كاملة النكور .

وتستخدم هذه الظاهرة في صناعة مخردق الرصاص وعند تجهيز المزججات عند صب معهوريهما على هيئة قطرات في أحواض مملوءة بالماء . كذلك تحتفظ كرات السوائل بأشكالها عند سقوطها في سوائل لا تمتزج بها وذات ثقل نوعى يساوى الثقل النوعى للسوائل الساقطة فيها .

ولقوة التوتر السطحي ظاهرة أخرى غير محاولة الاحتفاظ بشكل قطراتها، وهي تصاعد السوائل رأسياً في الأنابيب الشعرية أو بين الأسطح الضيقة ضد قوة الجاذبية الأرضية . وتسمى الظاهرة الأخيرة بالخاصة الشعرية . وتبلغ قوة التوتر السطحي للماء النقي في درجة 20°C 770×10^{-8} من الجرام لكل سنتيمتر من طول السطح . وتنخفض قوة التوتر السطحي للسوائل بارتفاع درجة الحرارة ، وتزيد عند ذوبان الأملاح في السوائل . وتختلف مقادير قوة التوتر السطحي بين سائل وآخر ، والزئبق هو أعلى السوائل في قوة توتره السطحي ويليه في ذلك الماء ثم الجلسرين .

وبين الجدول الآتى قوة التوتر السطحي للسوائل المشهورة عند ملاستها للهواء^(١) .

(١) من جداول سميثسونيان ، ١٩٢٠ .

المائل	درجة الحرارة °م	التوتر السطحي داين / سم
عطر التريبتين	٢١	٢٨٥
الكوروفورم	٢٠	٢٨٣
البتول	٢٠	٢٥٩
الكحول الإيثيلي	١٥	٢٤٨
الكحول الميثيلي	١٥	٢٤٧
الكحول الإيثيلي	١٥	٢٢٢
الأيثير	٢٠	١٨٤

(١) الرطل لكل بوصة طولية = ١٧٥٠٠٠ داين لكل سنتيمتر طولياً تقريباً .
الجرام لكل سنتيمتر طولياً = ١٠٠٠٠ داين لكل سنتيمتر طولياً تقريباً .

التيوتر السطحي داين / رسم	درجة الحرارة ٠ ٢٥	كثافة الحلول	الملح	التيوتر السطحي داين / سم	درجة الحرارة ٠ ٢٥	كثافة الحلول	الملح
٨٤ر٣	١٦	١٠٧٥٨ر١	ن يد، كل	٩٥ر٠	١٩	١٠٣٥١١ر١	٦ كل
٨١ر٧	١٦	١٠٥٣٥ر١		٩٠ر٢	١٩	١٠٢٧٧٣ر١	
٧٨ر٨	١٦	١٠٢٨١ر١		٩٠ر١	١٥—١٦	١٠٢٣٣٨ر١	
٨٣ر٢	١٥—١٦	١٠٢٧٤٤ر١	ما كبا،	٨٥ر٢	١٥—١٦	١٠١٦٩٤ر١	
٧٧ر٨	١٥—١٦	١٠٦٨٠ر١		٧٨ر٠	١٥—١٦	١٠٣٦٢ر١	
٧٩ر٣	١٤—١٥	١٠١٣٢٩ر١	ص ٢ لك ا ٣	٩٠ر٩	١٥—١٦	١٠٣٥٧٥ر١	
٧٧ر٨	١٤—١٥	١٠٦٠٥ر١		٨١ر٨	١٥—١٦	١٠١٥٦٧ر١	
٧٧ر٢	١٤—١٥	١٠٢٨٣ر١		٧٧ر٥	١٥—١٦	٠٠٤٠٠ر٠	
٧٣ر٦	٢٠	١٠١١٩٠ر١	يد كل	٨٥ر٨	٢٠	١٠١٩٣٢ر١	
٧٤ر٥	٢٠	١٠٨٨٧ر١		٨٠ر٥	٢٠	١٠١٠٧٤ر١	
٧٥ر٣	٢٠	١٠٢٤٢ر١		٧٧ر٦	٢٠	١٠٣٦٠ر١	

وقد استنتج بانكروفت أن غائية الأمازح تزيد من التوتر السطحي لمحاليلها بمقادير تتناسب مع تركيزها تقريبا ، إلا أنه في حالة محاليل القلويات أو الأحماض فإن التوتر السطحي لها يتخفف بزيادة تركيز محاليلها ، وذلك مثل الأمونيا وأحماض الأيدروكلوردريك والنتريك والأيدروبروميك .

كذلك تختلف مقادير قوى التوتر السطحي لسائل في ملامسة مادة تختلف عنها لنفس السائل عند ملامسته لمادة أخرى ، فمقدار التوتر السطحي للماء في درجة حرارة معينة عند ملامسته للهواء غير مقداره عند علامسته للطين في نفس درجة الحرارة . وتزداد عادة مقادير التوتر السطحي لسائل عند ملامسته للأجسام الصلبة عنها عند ملامسته للغازات في نفس درجات الحرارة . وقد تتناسب مقادير التوتر السطحي لمادة واحدة في درجة حرارة واحدة عند ملامستها لعدة مواد . وعلى فرض تناسب مقادير التوتر السطحي للسوائل عند ملامستها للهواء مع مقادير عند ملامسته للطين ، نجد أن التوتر السطحي بين الطين والجلسرين مثلا يعادل تسعة أعشار مقداره بين الطين والماء ، وتبعاً لذلك يمكن الاستنتاج بأن لازية الطين عند عجته بالجلسرين أقل من لازيته عند عجته بالماء ، وهي في ذلك تساوي تسعة أعشار لازيته بالنسبة للماء ، وذلك على فرض أن اللازية نتيجة مباشرة لقوة توتر سطح سائل العجن .

وعلى هذا القياس إذا فرض وأمكن ابتلال الطين بالزئبق ، فإن شدة لازية العجينة الناتجة تعادل سبعة أضعاف شدتها عند استعمال الماء . ولا توجد علاقة محدودة يمكن استنتاجها بين قوة التوتر السطحي للماء عند ملامسته للطين ومعدل ركوده عند إضافة الأحماض إلى الماء ، ولا بين قوة التوتر السطحي السابقة ومعدل انتشار دقائق الطين عند إضافة القلويات .

العلاقة بين التوتر السطحي والجذب الجزيئي في تكوين لازية الطين :

تعتبر خاصية التوتر السطحي العامل الأول المسبب لتخلل الماء في جسم الطين تبعاً للخاصة الشعرية ، كما يعمل الماء المتخلل للجسم على تفتيت الأجزاء ضعيفة التماسك منه إلى دقائق ترفع من لازية الجسم . وتحيط أغشية الماء المتخللة لمسام الجسم الطيني بالدقائق والحبيبات مكونة حولها أغشية متصلة تسبب حدوث التجاذب بين كل من جسيمات الطين وبينها من ناحية وبين الأغشية المائية المتقاربة بعضها ببعض من الناحية الأخرى ، وبذلك يحدث الارتباط والتماسك بين أجزاء الجسم الطيني مما يجعله محتفظاً بشكله .

ومن ناحية أخرى يملأ الماء المتخلل مسام الجسم مكوناً وسط انتشار للدقائق كلها أو بعضها منتجاً محلولاً غروباً يحيط بحبيبات وحببات الجسم المبتلة ويكون بمثابة سائل لزج يسهل حركة تلك الأجزاء داخل العجينة عند الضغط عليها . ويزداد تجانس حركة الأجزاء وانسيابها تحت تأثير الضغط كلما زاد تجانس توزيعها وتوزيع المحلول الغروي والأغشية حولها .

حساب قوة تماسك الطين اللازب من قوة التوتر السطحي لعشاء الماء :

يزيد مقدار قوة التوتر السطحي بين الماء النقي وجسيمات الطين عند حسابها على قوة التماسك انفعالية الموجودة بين جسيمات الطين اللازب . فعند حساب قوة التماسك الناتجة عن قوة التوتر السطحي في عينة من طين صيني إنجليزى لازب محتو على جسيمات مختلفة الأحجام أخذ قطاع مستعرض منه مربع الشكل وتحيط بحبيباته أغشية من الماء ذات سمك 2×10^{-6} م من المليمتر . ويبين الجدول الآتى نتائج التجارب :

النسبة المئوية، متوسط قطر عدد الجسيمات، طول غشاء الماء، مجموع أطوال النسبة المئوية
 لوزن جسيمات الجسيمات في سم² حول الجسم الأغشية في لطول الأغشية
 الطين بالمليمترا كل سم² (مم) (مم) (مم)

٣٠	٠.٠٠٠٢	٢٧٧٧٨٠٠٠	٠.٠٠١٦	٤٤٤٤٤٤	١٣٣٣٣٣
٢٠	٠.٠٠٢	١٧١٨٨٠٠٠	٠.٠٠٨٨	١٥١٢٥٤	٣٠٢٥١
٥	٠.٠٠٤٢	٤٧٢٦٠٠٠	٠.٠١٧٦	٨٣١٧٨	٤١٥٩
١٥	٠.٠٠٧٢	١٧٢٩٠٠٠	٠.٠٢٩٦	٥١١٧٨	٧٦٧٧
١٠	٠.٠١٢٥	٦٠١٠٠٠	٠.٠٥٠٨	٣٠٥٣١	٣٠٥٣
٢٠	٠.٠٢٠٠	٢٤٠٠٠٠	٠.٠٨٠٨	١٩٣٩٢	٣٨٧٨

مجموع أطوال أغشية الماء بالمليمترا ١٨٢٣٥١

وعلى ذلك يكون مقدار التوتر السطحي للغشاء السابق = ٧٣٥×١٨٢٣٥

$$= ١٣٤٠٢٧٣ \text{ دايين/سم}^2$$

ولما كان للغشاء سطحان ، السطح العلوي منهما ملامس للهواء ، لذلك
 تختلف قيمة قوة التوتر السطحي للماء الملامس لكل من الطين والهواء .

$$\text{وعلى أية حال فإن قيمة التوتر السطحي السابق} = \frac{١٣٤٠٢٧٣}{٦٨٩٤٤}$$

$$= ١٩٤ \text{ رطلا/بوصة مربعة}$$

بينما وجد أنه عند تقدير قوة التماسك نفس العينة من الطين اللازب عمليا
 أنها لا تساوى إلا ٨ رطل/بوصة مربعة .

ويرجع سبب انخفاض قوة التماسك بالتقدير العملي عن قوة التماسك

بالتقدير الحسابي إلى عوامل كثيرة أهمها : زيادة سمك الفشاء المائي ، وجود جيوب هوائية ومائية في الجسم ، عدم انتظام شكل الجسيمات ، وإلى التغيرات الحادثة عند تشكيل الجسم .

الضغط الناشئ عند ادمصاص سطح صلب لسائل :

يحدث عند ادمصاص سطح صلب لسائل في وجود الهواء الملاصق لسطح الأول أن يحل السائل محل الهواء المدمص على سطح الصلب ، ولا يحدث ادمصاص إذا لم يطرد الهواء . فيشعر المرء عند ملاصقة جسم مسامي للسان بقوة ادمصاص نتيجة لشفط مسام الجسم للماء الموجود على سطح اللسان وخروج الهواء من المسام ، وذلك كما في حالة تذوق الأجسام الطينية والفخار .

وقد قدر « جامين » مقدار الضغط الناتج عند تخلل الماء لمسام الطباشير والصيص بنحو ٣ — ٤ ضغطاً جويّاً^(١) ، كذلك حصل « سبرنج »^(٢) على ضغوط مقدارها نحو $\frac{1}{10}$ من الضغط الجوي عندما حل الماء محل الهواء عند ملاصقة الأول للرمل .

وبين الجدول الآتي سمك أغشية الماء المدمص على سطوح بعض الأجسام الصلبة^(٣) :

أقصى سمك يدمصه سطح اللؤلؤ الزجاجي الألماني ١٢٨ ملليمكرون .

(١) جامين ونشولسون : الطبيعة ، ١ (III) ، (١) ، ٦٢٢ — ١٩٠٧ .

(٢) سبرنج : مذكرات الجمعية الجيولوجية البلجيكية ، ٩٧ ، ١٣ — ١٩٠٣ .

(٣) بنى جون : مجلة الجمعية الكيميائية الأمريكية : ٤١ ، ٤٧٧ — ١٩١٩ .

رمل نهري منخول من منخل ذي عشرة ثقوب في البوصة الطولية
٢٨٥ ملليمكرون .

رمل نهري منخول من منخل ذي ٦٠ ثقباً في البوصة الطولية
١١٤ ملليمكرون .

سطح الفلزات^(١) قد تصل إلى ١٠٠ ميكرون في حالات خاصة .

الحرارة الناتجة عند ادمصاص سطح صلب لسائل :

وجد باركس^(٢) أنه تتولد حرارة تقرب من ١٠٥٠٠ ر. من السعر عندما
يادمص سطح مساحته سنتيمتر مربع واحد من السيليكا أو الرمل أو الزجاج
للماء في درجة حرارة ٧° م . وتسمى هذه الحرارة « تأثير بويليت » . وهي
حرارة الشغل المبذول عند ادمصاص لإحداث التوازن في توتر السائل السطحي .
ومصدر هذه الحرارة إدياباتسكي أي أن السطح يتبادل الحرارة مع الوسط
الحيط به دون الاستعانة بمصدر حراري .

الاختيار عند ادمصاص :

وجد « هوفمان »^(٣) أن مواد الكاولين وفلوريد الكالسيوم والجبس
وكبريتات الباريوم ذات قدرة ادمصاص للماء أكبر من قدرة ادمصاصها
لسوائل الكحول الأميلي ورابع كلوريد الكربون والبنزول والأثير . بينما

(١) بانكروفت : النظرية العامة للكيمياء الفيزيائية ، ٣١٩ — ١٩٢١ .

(٢) مجلة الفيلسوف ، (٦) ، ٢٤٧ — ١٩٠٢ .

(٣) هوفمان : الكيمياء الطبيعية ، ٨٣ ، ٣٨٥ — ١٩١٣ .

يُدمص ملون أبيض الرصاص زيت بذر الكتان بقابلية أكبر من ادمصاصه للماء ، لذلك نجد أن المادة تنفر من الماء وتنتقل إلى الزيت عند إضافة الثاني إلى عجيبة اللون في الماء . وتستعمل خاصة الاختيار هذه في فصل وتنقية بعض المواد بالطريقة المعروفة باسم « طريقة المور » وفيها تجهز بعض الخلطات بتنقيتها من أخلاطها الأرضية عن طريق انتقال الأخيرة إلى الماء وانفصال الخام عنها . كذلك يفصل الرماد عن مسحوق الفحم البتيوميني بوضع الخليط في طبقتين من الماء والزيت فينتقل الرماد إلى الماء ويتبقى مسحوق الفحم في طبقة الزيت .

ادمصاص المواد الصلبة للمواد المذابة :

لبعض المواد الصلبة قدرة ادمصاص بعض المواد وفصلها عن محاليلها ، وذلك كادمصاص الفحم الحيواني للأصباغ والمواد الملونة والزيوت الطيارة ، وادمصاص الطينة المائية للقويات من محاليل كلوريد الصوديوم . وقد قدر بانكروفت قابلية ادمصاص الطينة المائية للجير بمقدار ٣٠٠٠٠ رطل لكل قدم مربع من الطينة . كما قدر كل من « جيلر وكالدويل »^(١) قدرة ادمصاص الكاولينات للصودا الكاوية من محاليلها دون أن تظهر أي تفاعل قلوي مع دليل الفينولفتالين ، وبين الجدول الآتي النتائج التي حصلوا عليها . وقد يكون ادمصاص الحادث نتيجة لتفاعل كيميائي بين القلوي والكاولين :

كاولين شمال كارولينا	يُدمص ١٢٥ ر. ٪ من الوزن الجاف .
كاولين جورجيا	يُدمص ١٠٠ ر. — ١٢٥ ر. ٪ من الوزن الجاف .
كاولين فلوريدا	يُدمص ٢٢٥ ر. — ٢٥٠ ر. ٪ من الوزن الجاف :

(١) جيلر وكالدويل : قدرة ادمصاص الكاولينات للصودا الكاوية. جورنال جمعية الخرف الأمريكية ، ٤ ، ٤٦٨ ، — ١٩٢١ .

وقد وضع « فروبنديش » العلاقة الآتية بين كمية المادة الماصة ووزن الجسم المدمص :

$$\frac{1}{n} = \frac{k}{(t - m)}$$

حيث k كمية المادة المدمصة بالجرام .

» \bar{k} وزن الجسم الماص بالجرام .

» t تركيز المحلول بعد الامصاص .

» m معامل نعومة الدقائق المنتشرة .

» $\frac{1}{n}$ مقدار ثابت لكل حالة .

وبين الجدول الآتي قيم كل من (m) ، $(\frac{1}{n})$ في أنواع الطين المختلفة :

نوع الطين	قيمة (m)	قيمة $(\frac{1}{n})$
بنتونيت	٠.٨٩	٠.٥٨
طينة كنتوكي الكروية	٠.١٠٧	٠.٢٧
كاولين فلوريدا	٠.٠٨٩	٠.٣٣
الطينة الكروية الألمانية	٠.٠٨٠	٠.٢٠
طينة تيسى الكروية	٠.٠٥٦	٠.١٦
كاولين كارولينا	٠.٠٤٧	٠.٢١
كاولين ديلاوير	٠.٠٣٦	٠.٢٦
طين صيني إنجليزي	٠.٠٣٢	٠.٢٦
كاولين جورجيا	٠.٠١٧	٠.١٥
كاولين كارولينا الجنوبية	٠.٠١٥	٠.١٤
طين ليمور الإنجليزي	٠.٠١٢	٠.١٩

ومن الملاحظ أن كمية المادة المدمصة تتغير عند وجود مواد ذائبة في الطين كما هو الحال في كاولين جورجيا الشديد النعومة :

كذلك لبعض أنواع الطين قدرة ادمصاص الأيونات القلوية من محاليل أملاحها مثل ادمصاص الطين لأيونات أيديروكسيد الأمونيوم من محلول كلوريد الأمونيوم وأيونات أيديروكسيد الباريوم من محلول كلوريد الباريوم وأيونات أيديروكسيد الألومنيوم من محاليل الشب وأيونات أيديروكسيد النحاسيك من محلول كبريتات النحاسيك . ولم تعرف بعد حالات يدمص الطين فيها أيونات حامضة من محاليل أملاحها^(١) .

كذلك تدمص الطينات اللازبة الجزيئات الكبيرة ذات الأبعاد الغروية من المواد المعقدة التركيب كادمصاصها لجزيئات السيلولوز والنشا وأخضر الملائخيت وأزرق الميثيلين ، ويحدث ادمصاص في هذه الحالات بدرجة تتناسب مع درجة غروية الطين . وقد استخدم « أشلي » هذه القابلية في طريقة تقديره لغروية محاليل الطين .

فعل المواد العضوية والبكتيريا بلازمية الطين :

سبق أن بينا في الباب السابق فعل تلك المواد في رفع غروية الطين ، وبالتالي فهي ترفع من لازيته وتكسب مشغولاته قوى ميكانيكية تزيد على مشغولات نفس الطين الخالي من تلك المواد . كما ذكرنا أن من المواد العضوية ما يسبب خفض غروية الطين عند إضافتها إليه . وقد وجد كل من « حامور

(١) سوليفان : تقرير مصالحة المساحة الجيولوجية الأمريكية ، ٣١٢ ،

كوشمان : تقرير مصالحة الكيمياء الأمريكية ، ٩٢ ،

بليتنجر : علاقة العمليات الخرفية بالظواهر الغروية ، جورنال هندسة الكيمياء الصناعية ،

١٢٠ ، ٤٣٦ — ١٩٢٠ .

وجيل»^(١) أن لازية الطين تزيد بمقدار يتراوح بين ٦٢- إلى أكثر من ٥٠٪ عن لازيته العادية عند احتوائه على تلك المواد. ولا تكسب المواد العضوية ولا البكتيريا وحدها أية لازية للطين وإنما يساعدان على زيادتها فقط خاصة عند ترك عجائن الطين فترات طويلة .

ويتساعد من عمليات تخمر تلك المواد غازات ثنائي أكسيد الكربون وكبريتيد الأيدروجين الناتج من تحلل الكبريتات الموجودة في الأجسام الطينية بفعل البكتيريا المختزل . كما قد يظن أن للبكتيريا أثراً فعالاً في امتصاص كثير من الغازات المحبوسة داخل جسم المشغول الطيني وتوزيع المتبقى منها توزيعاً متجانساً داخل الجسم . ومن المعروف أن بقاء غاز ثنائي أكسيد الكربون وحده في الجسم الطيني يخفض كثيراً من لازية الطين^(٢) .

فعل المواد العضوية والبكتيريا بعجائن التزجيج :

من المشاهد دائماً سرعة رسوب المواد المزججة وانفصالها عن عجائن التزجيج الزائقة وخاصة ما لا يحتوى منها إلا على قليل من مواد لازية . إلا أن وجود الأصماغ وخاصة في وسط حامض يحدث تخمراً بعد مضي بعض الوقت ، ويسبب التخمر تعطيل رسوب المزججات . وينتج عن وجود المواد العضوية

(١) هاموروجيل : تأثير بعض الخلاصات على لازية الطين . جورتال جمعية الخزف الأمريكية ، ٢ ، ٥٩٣ ، ٦٠١ ، ١٩١٩ .
(٢) ستوفر : نمو البكتيريا كعامل في تقادم لازية خلطات الطين . نظورات جمعية الخزف الأمريكية ، ٥ ، ٣٥٨ ، ١٩٠٣ . كيلروسبا ميجنيرج : تسجيل ألماني رقم ١٤٠٤ / ٢٠ / ٨٠ ب / ٢٩٠ أغسطس ١٩٠٦ .

واتس : نظورات جمعية الخزف الأمريكية ٦ ، ٥٢ : ١٩٠٤
آتشيسون : الطين قداماء المصريين : نظورات جمعية الخزف الأمريكية ٦ ، ٣١ : ١٩٠٤
مينتون : الاختبارات طرق آتشيسون " " " " ٦ ، ٢٣١ : ١٩٠٤
سبيرير : سبب تقادم لازية الطين . جورتال " " " " ٤ ، ١١٣ : ١٩٢١
واهلين : نمو البكتيريا في عجائن التزجيج " " " " ٧ ، ١٦ : ١٩٢٤

ونمو البكتيريا في خلطات التزجيج ذات العجائن الزاقة أن يقيم لونها وينعم ملمسها وتكتسب زيادة في قدرة تغطيتها وسهولة في تطبيقها . وينتج عن تخمر المواد العضوية ونمو البكتيريا تصاعد غازات كريهة الرائحة ، إلا أن إضافة بعض المواد المعقمة كالغورمالدهيد يوقف تصاعد هذه الغازات . وتضاف الأصماغ عادة إلى عجائن البطانات وخلطات التزجيج لرفع قدرة تجفيفها الميكانيكي ، ولتجنب تكون بعض العيوب الطبيعية مثل تكون الثقوب والشقوق الصغيرة في طبقات التزجيج^(١) .

على أنه يجب الاحتراس والحذر عند استعمال هذه المواد في عجائن التزجيج من أن تسبب الزيادة في المحتويات الغروية كثرة التشقق الذي قد يتطور إلى تشريح وانتفاخ له خطره على طبقات التزجيج . كذلك تسبب المواد العضوية القابلة للذوبان في الماء تجمعات على سطح الأجسام عند تجفيفها تاركة الجسم من الداخل ضعيفاً ومحدثة قشرة سطحية يصعب التصاق طبقات التزجيج عليها .

تأثير التقادم في لازية الأجسام الطينية

عند ترك جسم طيني لازب مدة طويلة تزداد لازيته وتحسن خواصه فتزداد متانته ، كما يصبح أكثر انسياباً وطواعية في التشكيل وخاصة ما كان منه في الأصل ضعيف اللازية أو ما كان يحتوي على مواد غير لازية كالفلسبار والزلط ، كذلك تنفقت الكتل المتماصة شديدة الصلادة الموجودة فيه ، وذلك كما في حالات الطفل والطين الزلطي ، إذ تتحول تلك الكتل إلى دقائق يسهل

(١) ويلسون : التقشير وتكون الثقوب في الفخار الأحمر تطورات جمعية الحرف الأمريكية

على الماء تخلصها . كذلك تنفتت الكتلة من الطينيات اللازقة مع مرور الزمن مما يسهل تخلل الماء في جميع مسامها . وتعرف اللازبية الناتجة عن مرور الزمن على عجائنها « بلازبية التقادم » وتصبح عجائن الطين المعدة للتشكيل بعد تقادما ناعمة اللمس وأكثر قابلية للتشكيل ، وتعطى عند تشكيلها أجساماً طينية ناعمة السطح ، قد خرج منها أكثر أو كل الهواء والغازات المحتبسة فيها ووزع ما بقى منها داخل الجسم توزيعاً متجانساً خلال الجسم كله . كذلك تنخفض درجات حرارة مراحل تزجيج الأجسام المتقدمة ويقل الانكماش فيها مما يجنبها عيوب التشقق والانتفاخ أو التهتك في عمليات تسويتها . وفضلاً عن ذلك فإن منتجات تسوية الأجسام المتقدمة تكتسب قوى ميكانيكية أعلى بكثير من قوى الأجسام التي سويت دون أن تتقادم . فقد وجد « ريدل وماك دائل^(١) » عند تركها لجسم بورسيلان طيني مدة ثمانية شهور في حالة لازبة قبل تسويته أن الجسم الناتج ازدادت فيه قدرة اختبار القطع من ١٣٩ر٨ إلى ٢٦٧ر٦ رطلاً على البوصة المربعة . كذلك لوحظ أن مشغولات الكاولين المحتوية على ١٦٪ طينة لازبة والتي تركت مدة على حالة لازبة قبل تجفيفها تكتسب خواص ميكانيكية أعلى من خواصها فيما لو جفقت بعد تشكيلها مباشرة دون أن تترك فترة تقادم فيها .

ويرجع السبب في اكتساب الأجسام الطينية للميزات السابقة إلى زيادة لازبيتها نتيجة انتشار الماء انتشاراً متجانساً خلالها وخروج الهواء والغازات منها وازدياد التصاق أغشية الماء بسطح أجزائها مما يسبب زيادة تماسكها ، هذا

(١) ريدل وماك دائل : بعض أنواع البورسيلان . جورنال جمعية الخزف الأمريكية ١ ،

إلى تفككها إلى دقائق ترفع من غرويتها. كذلك تعمل المواد العضوية ونمو البكتيريا على رفع غرويتها. ويستعاض الآن في الصناعات الخرفية عن عملية التقادم هذه بعملية طرد الهواء والغازات من العجائن بتعريضها لآلات التفريغ كما سيأتي ذكره في عمليات الخزف .

لازمية الطين على ضوء نظريات تفسيرها

من تقديرات برتيلو على قوة الجذب الجزيئي بين جزيئات السوائل ، وما دلت عليه نتائج الأبحاث التي قام بها بدجيت من وجود هذه القوة بين جزيئات أغشية السوائل وجزيئات سطح الأجسام الصلبة الملتصقة بها وما ينتج عنها من تماسك بين السطحين الصليين عن طريق غشاء السوائل بينهما ، وما لاحظته دف من وجوب عدم تباعد الأجسام المتجاذب جزيئات سطوحها بقدر لا يزيد على ٠.٠٠٠٠٥ ر. من المليمتر مع عدم تخالل هواء أو مواد غريبة أو خشنة بين السطحين المتلاصقين. ومن تطبيق شاتلي لتلك النتائج في حدوث التجاذب الجزيئي بين غشاء الماء وجزيئات سطح دقائق وحيبيات الطين وبين الجسيمات بعضها البعض عند إحاطتها بغشاء الماء . وكذلك مما أوضحه جروت من وجود تجاذب بين جزيئات سطح الأجسام الطينية المحاطة بغشاء الماء ، ومن تكوين محلول غروي من الدقائق عند انتشارها في وسط انتشار الماء والذي يعمل كوسط مشحم يسهل انزلاق المواد الخشنة في الجسم بعضها فوق البعض ، ومن أن هذه الحالة من تجاذب ومحلول غروي لا تتكون بدرجة كافية لإحداث التماسك بين الأجزاء الكبيرة لتباعد جزيئاتها السطحية تباعداً

تتعدى فيه الجاذبية بين كل سطح والآخر ، في حين أن ازدياد تكون الحالة
الغروية و حدوث الجذب الجزئى يوجدان عند ازدياد نعومة الأجسام. ولتقارب نتائج
حساب جروت لكميات الماء اللازمة لتكوين الأغشية المائية حول الأجزاء
فى الجسم الطينى ، مع ما يلزم الجسم من ماء التليين لإحداث اللازبية فيه ، وما
حققه بوردى من صحة نتائج جروت .

كذلك نستنتج من أعمال هوفمان على قدرة ادمصاص الكاولينا للماء ،
وما قدره سبرنج ومن تقديرات من قبله من مبلغ قوة التوتر السطحي الناتجة
من ادمصاص الأسطح الصلبة لأغشية السوائل عن طريق الخاصية الشعرية وعملها
على الاحتفاظ بشكل الجسم ثابتاً ضد عوامل الجاذبية الأرضية وعوامل
الاحتكاك .

من كل البحوث والنتائج السابقة يمكن أن تفسر سبب لازبية الطين بأنها
ترجع بصفة أساسية إلى قوة الجذب الجزئى بين جزيئات سطح كل من جسيمات
الطين وجزيئات الأغشية المائية المحيطة بها ، وكذلك قوة الجذب الجزئى بين
جزيئات سطح المواد الخشنة المغلفة بغشاء من الماء كلما تقاربت بعضها من البعض
قرباً يسمح بوجود الارتباط بينها وبين باقى الجسم ، وبأن قوة الجذب والارتباط
هذه هى التى تسبب للجسم اللازب تماسكاً يكفى للاحتفاظ بشكله الخارجى ،
وبأن المحلول الغروى الناتج عن انتشار دقائق الطين فى الماء يكون فى الجسم
بمثابة وسط مشحم لمواده الخشنة وحببياته مما يسهل انزلاقها بعضها فوق البعض
ونسب الجسم وطواعيته للتشكيل عندما يقع تحت تأثير ضغط خارجى يتغلب
على قوة تماسكه السابقة .

وقد وضع « بول »^(١) صورة شبيهة بالوصف السابق يبين فيها بنية الأجسام الطينية اللازبة ، وأن بنية هذه الأجسام متكونة من أجسام خشنة وحببيات معلقة في محلول غروى من دقائق الطين المنتشرة في الماء ، وذلك بخلاف الأجسام اللازبة من مواد غير طينية عادة ذات تركيب عضوى مثل مواد البلاستيك التى تتكون من أجزاء متجانسة .

أما العوامل التى ترفع من لازية الطين فهى وجود بعض المركبات الذائبة التى تعمل على زيادة قوة التوتر السطحي للماء وعلى رفع قوة تشحيم المحلول الغروى المحيط بالحببيات والأجسام الخشنة .

كذلك تعمل المواد العضوية والبكتيريا على زيادة غروية الطين ولازيته . كما يؤدى تقادم الطين اللازب أو عمليات تفتيته وطرده الهواء والغازات منه إلى زيادة لازيته وتجانس بنية أجسامه .

وعند زوال الغشاء المائى وخروج الماء من الجسم الطينى اللازب فى أثناء تجفيفه تقرب المواد الخشنة والحببيات بعضها من البعض حتى تتلامس أطرافها وتركد الدقائق فيما بين الأجسام الأولى فيزداد الارتباط بين جميع مكونات الجسم لما يحدث من تلامس محكم بين سطوحها محدثاً التماسك وثبات الشكل بعد التجفيف ، وتتكون متانة الجسم بدرجة تكفى لإتمام انكماشه وخروج ماء المسام فى عمليات التسوية المبكرة تحت تأثير ثقله وحده أو تحت تأثير ثقل مجموعات الرصوة بعضها فوق البعض دون أن يتفتت أو يتشوه شكله .

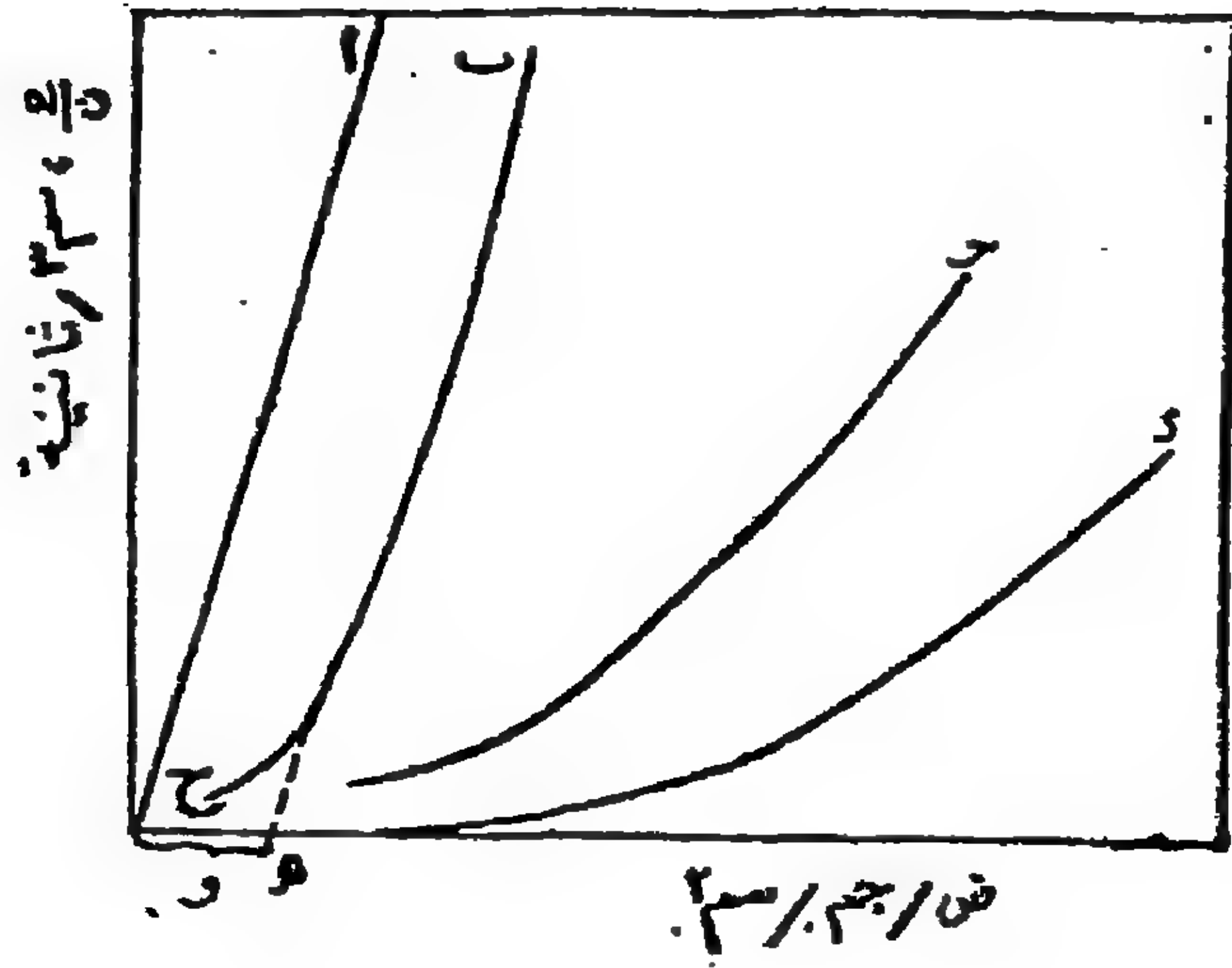
(١) بول : بنية لأجسام اللازبة من الناحية القروية ، جورنال جمعية الخزف الأمريكية

(٨) ، ١٩٢٢ : ٩٤٦ .

درجات إنهاك الطين

وجدنا أن الأجسام اللازبة تحتاج إلى قدر معين من الضغط حتى تبدأ في انسيابها ، كما وجدنا من قانون حسابات لازبية المواد الصلبة إلى أن هذا القدر من الضغط يتوقف على نوع المادة ودرجة لازبيتها . ويعرف مقدار الضغط اللازم للتغلب على قوة تماسك الجسم حتى ينساب حجم معين منه في وحدة زمنية هي الثانية بضغط الإنهاك أو « درجة الإنهاك » وتقدر هذه الدرجة بوحدات من الجرام للسنتيمتر المربع . وتزداد درجة الإنهاك بزيادة يبوسة الجسم أي عند ضعف لازبيته ، كذلك تتناسب درجة الإنهاك مع كثافة الجسم ، وتقل بارتفاع درجة الحرارة إلى حد معين يفقد الجسم بعده لازبيته ، وعليه يمكن القول بأن درجة إنهاك جسم طيني تتناسب عكسياً مع لازبيته . ويوضح الشكل رقم (١٣) العلاقة بين معدل انسياب السوائل الحقيقية والضغط الواقع عليها في المنحنى (أ) . ويبين المنحنى (ب ح) العلاقة السابقة في حالة مادة دهان وحالة عجائن طين زلقة ، أما المنحنى (ب هـ) فيبين العلاقة النظرية السابقة في حالة عجائن طين خفيفة . ويبين المنحنى (ج) تلك العلاقة في عجائن طين لازبة . أما المنحنى (د) فيبين نفس العلاقة في حالة عجائن يابسة للطين .

وتتراوح درجات إنهاك الطين اللازب بين ٣٣ — ٨٤ رطلاً على البوصة المربعة . وقد وجد أن زيادة الضغط المستعمل لإحداث بدء الانسياب في عجينة من الطين تتناسب عكسياً مع مقدار الماء اللازم لعمل عجينة الطين مما سنجد تطبيقه في طرق التشكيل المختلفة عند الكلام عن عمليات التشكيل للأجسام الطينية .



(شكل ١٣)

ماء اللازبية :

ماء اللازبية أو ماء التلين هو كمية الماء اللازمة لعمل عجينة معتدلة اللازبية صالحة للتشكيل . وتحسب هذه الكمية من الماء على أساس وزن الطين الجاف . وتتفاوت كمية ماء اللازبية تفاوتاً كبيراً في أنواع الطين ، فهي عالية في حالة الطينيات شديدة النعومة منخفضة في حالة السكاولينات الخشنة .

درجات اللازبية

لا توجد وحدات رياضية مشتركة للتعبير عن لازبية الطين، وذلك لاختلاف تكوينه وتجانسه ، وإنما تقارن اللازبية في الطين بثلاث درجات وذلك بالنسبة لما تحتاج إليه من ضغط في عمليات التشكيل . وهذه الدرجات هي :

١ — اللازبية الضعيفة : وتوصف بها عجائن الطين الخشن اليابسة صعبة

الانسياب . وتحتاج العجائن ذات اللازبية الضعيفة إلى درجات إنهاك كبيرة .
ومن أنواع الطين ضعيف اللازبية الكاولينات .

٢- اللازبية المعتدلة : وتوصف بها عجائن الطين ذات الانسياب المعتدل ،
وتحتاج إلى درجات إنهاك متوسطة لإحداث انسيابها . والعجائن ذات اللازبية
المعتدلة هي أنسب العجائن للتشكيل وأقدرها على الاحتفاظ بأشكالها وتماسكها .

٣ - اللازبية الشديدة : وتوصف بها عجائن الطينات ذات درجات
النعومة العالية والانسياب السهل . ودرجات إنهاك العجائن الشديدة اللازبية
منخفضة . وعجائن هذه الطينات ضعيفة التماسك لا تحتفظ بأشكالها بعد تشكيلها .
كذلك تحتاج إلى ماء غزير لعجنها . ومن أمثلة الطينات شديدة اللازبية
الطينات اللازقة وأشباه الطين مثل البنتونيت .

وتوازن عجائن الطين للحصول على درجة معتدلة من اللازبية ، وذلك
بمخاط كميات مناسبة من المواد الخشنة إلى شديدة اللازبية منها ، أو من المواد
شديدة اللازبية إلى ضعيف اللازبية منها .

وتقارن لازبية الأجسام الطينية المتساوية في درجات إنهاكها بمعدل انسياب
كل منها ، فالعجائن التي هي أسرع في الانسياب هي الأشد في اللازبية .

قياس لازبية الطين

تقاس لازبية الطين بعدة طرق ، منها ما هو مباشر ، ومنها ما هو غير مباشر .
وتشمل الطرق المباشرة والطرق التي تقاس فيها لازبية العجائن بتقدير مباشر ،

ولا تعطى هذه الطرق نتائج عديدة عادة وإنما تعتمد في تقديرها على المقارنة النسبية . ومن الطرق كثيرة الاستعمال في قياس اللازبية بطريق مباشر :

١ — التشغيل اليدوى : يمكن لليد المدربة أن تشعر بمقدار اللازبية في عجائن الطين والإحساس باعتدالها في مختلف أنواع الطينيات . ولا تلتصق الطينيات المعتدلة اللازبية باليد ولا بين الأصابع عادة . وتجمع في هذه الطريقة عدة عوامل من قوة التماسك وقدرة التبطيط ومقاومة الضغط والمط والالتواء والانضغاط دون أن تتشقق . كذلك تكون الطينيات المعتدلة في لازبيتها سهلة التشكيل محتفظة بشكلها بعده .

وطريقة التشغيل والاختبار اليدوى في تقدير اللازبية المعتدلة من أقدم الطرق المستعملة في هذا الغرض وأكثرها انتشاراً في الأعمال الصناعية . وتساعد هذه الطريقة الخراف على تقدير اعتدال اللازبية دون استعمال أجهزة .

٢) طريقة الحبل المثنى^(١)

٣) طريقة الضغط الآلى^(١) . وفيها يقدر كل من عاملى درجة الإنهاك وسهولة الانسياب . ويعتمد التقرير في هذه الطريقة على مقارنة العينة المختبرة بأخرى قياسية في اعتدال لازبيتها . أو يقارن معدل انسياب الطينة المختبرة بمعدل انسياب طينة قياسية لها نفس درجة إنهاك العجينة المختبرة . أو بالعكس ،

(١) تراجع تفاصيل الطرق في الجزء الخامس بالعمل من الكتاب .

وذلك بمقارنة درجتى إنهماك الطين المختبر مع عينة قياسية لها نفس معدل الانسياب ، وتعتبر العجينة التى تحتاج إلى درجة إنهماك أقل أشد لازية .

٤ (اختبار تشويه كرة من الطين ^(١) : وقد وضع الاختبار كل من « سترنجر » و « إامورى » ^(٢) ولا يعطى الاختبار نتائج دقيقة وخاصة عندما تكون الطينة شديدة اللازمية تحتوى على كثير من الماء ^(٣) .

٤ (طريقة بنجام وجرين ^(١) : يستخدم فى هذه الطريقة جهاز قياس لزوجة العجائن الزلقة بعد إدخال تعديلات عليه ليناسب قياس اللازمية . وتشمل تلك التعديلات استعمال ضغط هواء خارجى لدفع العجائن فى أنابيب الجهاز واستعمال مقاييس ضغط دقيقة لتقدير الضغط المستعمل . كذلك عدلت نسبة طول الأنابيب إلى بعد أقطارها تعديلا يتناسب مع مرور عجائن الطين اللازب بها . كما نظمت سرعة انسياب الطين داخل الأنابيب بدرجة يمكن بها إهمال حساب طاقة الحركة ^(٤) . ويقدر الجهاز بعد ما أدخل عليه من تعديلات لازمية الطين تقديراً نسبياً، وذلك إما بقياس درجة الإنهماك عن طريق قياس الضغط اللازم لبدء انسياب الطين خلال إحدى فتحات الانسياب، وإما بقياس سرعة الانسياب الناتجة من استعمال وحدة من وحدات الضغوط، وذلك بعد طرح مقدار الضغط اللازم لبدء الانسياب . وقد يعبر عن معدل انسياب الطين بوزن مقدار الطين

(١) تراجع تفاصيل الضرق فى الجزء الخاص بالعمل من الكتاب .

(٢) ميللور : لازية النضن . جورنال جمعية الخرف الإنجليزية ، ٢١ ، ٩٣ — ٩٤ ، ٢١ : ١٩٢٢ .

(٣) هول : لازية النضن . جورنال جمعية الخرف الأمريكية ، ٥ ، ٣٤٦ : ١٩٢٢ .

(٤) بنجام وهنرى جرين : خطط الجمعية الأمريكية لاختبار المواد : ١٩١٩ .

الخارج من نهاية أنابيب الجهاز قبل فقدته لقوة تماسكه^(١) ، إلا أن ناتج الوزن الأخير يختلف باختلاف قابلية الطين على عمل حبل منتظم متجانس ناعم السطح خال من التشقق أو من نواحي الضعف الأخرى، ويصعب الحصول على مثل هذه الحالة لتعرض الحبل الناتج من عملية الانسياب لعوامل التشويه المستمرة قبل أن يفقد تماسكه .

٦) مقياس اللازبية لإمبلي^(٢) : الأصل في استعمال الجهاز هو قياس لازبية الملاط والمصير وقدرتهما على تغطية الجدران . ويستعمل الجهاز الآن في مصلحة المقاييس لقياس لازبية الطين^(٣) على أساس أن الماء في عجينة الطين ومقاومة الأخيرة لعوامل التشويه دلالتان على اللازبية . ويسمى ناتج الطريقة « بعدد اللازبية » للطين المختبر ، وهو يدل على خاصية ادمصاص الطين للماء ومقاومته للانسياب ، ويتناسب عدد اللازبية عكسياً مع اللازبية .

(١) ستوفر وايندلاي : مذكرة عن علاقة قياس اللازبية بقوة التماسك . تطورات جمعية الخزف الأمريكية ، ٧ ، ٣٩٧ : ١٩٠٥ .

(٢) إمبلي : جهاز قياس اللازبية . تطورات جمعية الخزف الأمريكية ، ٥٢٣ : ١٩١٧ . كيركباتريك وأورانج : اختبار لازبية الطين والجبر بتقاييس اللازبية بمصاحبة المقاييس الأمريكية . جورنال جمعية الخزف الأمريكية ، ١ ، ١٧٠ : ١٩١٨ ، نشرة الصناعة لمصاحبة المقاييس الأمريكية .

كوكس ويول : دراسة اللازبية بطرق الخزف العملية . جورنال جمعية الخزف الأمريكية ، ٧ ، ١٥١ : ١٩٢٤ .

(٣) ترونج تفاصيل الطريقة في الجزء الخامس بالعدل من الكتاب . إمبلي : تطورات جمعية الخزف الأمريكية ، ١٧ ، ٥٢٦ : ١٩١٧ .

وبين الجدول الآتي إعداد لازبية بعض أنواع الطين من تقدير مقياس
لازبية الطين لإمبلي :

نوع الطين	عدد اللازبية
طينة تنيسي الكروية	٠.٣٩٧
طينة كنتوكي الكروية	٠.٥٦١
كاولين اللينوى	٠.٥٦٧
كاولين ميرى لاند	٠.٦٠٠
كاولين فلوريدا	٠.٦٨٢
كاولين جورجيا	٠.٧٩٠
طين نيوجرسي الحرارى	٠.٨٧٩
كاولين كارولينا الشامية	٠.٩٩٢
طين صينى إنجليزى	١.١٢٠
كاولين ديلاوير	١.٣٧٠
أجسام بورسيلان	١.٨٣٠ - ١.٠٥٠

الطرق غير المباشرة فى تقدير لازبية الطين :

وفىها يستدل على اللازبية من نتائج بعض العوامل المتعلقة بها . وتشمل
العوامل الدالة على لازبية الطين :

(١) ماء اللازبية أو ماء التلين ، وتقدر إما بقياس نسبة ماء اللازبية
مباشرة ، وإما بحساب عدد اللازبية « لأتريرج » .

(٢) معامل الانكماش الحجمى الجاف ^(١) .

(١) سيتناول الموضوعان فى بايهما فى الجزء الخامس معاملات الخرف من الكتاب

(٣) ماء الأدمصاص .

(٤) متانة الطين في كل من حائتيه اللازبية والجافة .^(١)

(٥) لزوجة عجائن الطين .

(٦) غروية الطين .

(١) تقدير ماء اللازبية^(٢) : تقدر نسبة ماء اللازبية من الفرق بين وزن

عينة لازبة من الطين ووزنها بعد التجفيف من :

$$100 \times \frac{\text{وزن عينة لازبة من الطين} - \text{وزنها الجاف}}{\text{وزن العينة الجاف}}$$

مثال محلول : احسب نسبة ماء اللازبية لطين لازب صالح للتشكيل ،
وذلك إذا كان وزن العينة اللازبة ٢٣٨ جراماً ، ووزنها بعد تجفيفها
هو ١٩٨ جراماً .

$$\text{نسبة ماء اللازبية} = 100 \times \frac{238 - 198}{198} = 20.2\%$$

ولا تصلح نتائج هذه الطريقة إلا على الأنواع المتشابهة في التركيب
الميكانيكي فقط ، إذ إن لازبية الطين لا تتوقف فقط على ماء اللازبية ،
فالدرجة نعومة الطين وتدرجها عامل كبير من عوامل اللازبية بجانب
ماء اللازبية .

(١) سيتناول الموضوعان في بابهما في الجزء الخامس بعمليات الحزف من الكتاب .

(٢) تراجع تفاصيل الطريقة في الجزء الخامس بالعمل من الكتاب .

٤ (رقم اللازمية أتريرج ^(١) : وضع « أتريرج » طريقة لتقدير لازمية الطين بطريق غير مباشر ، وذلك باستخراج نسبة الماء اللازم لتحويل لازمية الطين من حالة عدم قابليته للتشكيل إلى حالة ينساب فيها انسياباً تلقائياً . وذلك يفرضه أن اللازمية المعتدلة هي وسط حسابي بين حالى اليبوسة والزلاقة ، وأن اللازمية تتغير بتغير كمية الماء في جسم العجينة إذ تزداد بازدياد ما بها من ماء . وأطلق أتريرج ناتج الطريقة اسم (رقم اللازمية ^(٢)) إلا أن نسبة ماء اللازمية المعتدلة لا يلزم أن تكون وسطاً حسابياً بين نسبتى الماء فى حالى اليبوسة والزلاقة ، إذ قد يكون لنوعين من الطين نفس رقم اللازمية لكنهما فى الوقت نفسه مختلفان بقدر كبير فى مقدار الماء اللازم لتكوين حالة معتدلة اللازمية فيهما ، وبالتالي يصبح رقم اللازمية الناتج من الاختبار غير مساو لنسبة ماء اللازمية المعتدلة .

وقد راجع « كينيسون » تلك الطريقة فى مصلحة المقاييس الأمريكية ^(٣) . وقسم أتريرج حالات الطين حسب ما بها من ماء إلى خمس ، هى :

- (١) حالة أقصى حدود الميوعة ، وفيها تنساب العجينة كالسياب الماء .
- (٢) الحد الأعلى لللازمية ، وفيها تكون العجينة زلقة غير صالحة للتشكيل . ويمكن فى هذه الحالة امتزاج كتلتين من الجسم الطينى معاً عند وضعهما فى إناء ضحل وطرقه بشدة على راحة اليد .

(٣) حالة اللزق أو القوام المعتدل لعجينة الطين ، وهذه هى أنسب

(١) تراجع تفاصيل الطريقة فى الجزء الخاص بعمل من الكتاب .

(٢) أتريرج : التقرير الدولى لعلم التربة : ١٩١١ .

(٣) كينيسون : دراسة طريقة أتريرج لقياس اللازمية ، النشرة الصناعية لمصلحة المقاييس بولايات المتحدة الأمريكية ، ٤٦ ، ٣ : ١٩١٥ .

حالات اللازبية الصالحة للتشكيل . وفيها لا تلتزم العجينة بسطح فلزي يلصقها .

(٤) الحد الأدنى للقتل : وهي الحالة التي تفقد فيها العجينة قدرتها على تكوين جبل عند فركها بين راحتي اليد أو بين سطحين . وهذه هي حالة أدنى قابلية للتشكيل وتحتاج إلى ضغط كبير لبدء انسيابها .

(٥) حالة يكون فيها الطين المبتل غير قادر على التماسك عند ضغطه أو تشكيله . وقد استبعد أتريرج في طريقته الحانتين الأولى والخامسة ، وقدر ماء اللازبية في كل من الحالتين الثانية والرابعة وهما الحدان الأقصى والأدنى من حالات قابلية التشكيل . واستخرج عدد لازيته من متوسط نسبة ماء اللازبية فيهما .

(٣) تقدير ماء الادمصاص :

وجد « كيلر »^(١) أن نسبة الماء المدمص بواسطة الطين الجاف تحت ظروف منتظمة من الرطوبة تتناسب مع لازبية الطين . وقد أجرى كيلر تجاربه على ادمصاص أنواع من الطين ذات لازيات مختلفة ، وحفظ العينات المختبرة فوق مجلول ١٠ ٪ من حامض الكبريتيك .

وقد لاحظ كيلر من تجاربه أن درجة حرارة الطين ترتفع بارتفاع قابلية الادمصاص ، الظاهرة المعروفة بتأثير بويليت وبين الجدول الآتي النتائج التي حصل عليها كيلر :

(١) كيلر : البريشة : ١٨ : ١٩١٣ .

أنواع الطين	نسبة الرطوبة الدمصة	تأثير بويليت سعر/١٠٠ جم
طين هيرتسو	٣٠٣	٧٩ر٦
كولين تسيتيلتز	٥٨٨	٩٩ر١
طين لوترشيم	٧٥١	١٧٤ر٧
طين قلدشتين	٨٠٠	١٨٣ر٠
طين لوتيان	٩٠٣	١٩١ر٩
طين لوتيان ناعم	٩٥٢	٢٧٦ر٤
طين ابرنهان	١١٥٦	٣٠٥ر٩
كوارتز ناعم	٠٧٠	١٤ر٧
كوارتز خشن	٠٤٠	—
كولين تسيتيلتز	—	٢٨ر٠
المسكس في ١٤٠٠ م°	—	—

ويتبين من النتائج السابقة ازدياد كميات الحرارة بازدياد نسبة الرطوبة
الدمصة، نتيجة لزيادة مساحة السطح الماص الناتجة عن زيادة نعومة الجسم
ولازييته .

(٤) قياس لزوجة عجائن الطين : وجد^(١) « بلينتجر » أن انسياب العجائن
الزقة يتناسب عكسياً مع لزوجتها، وأن كمية الماء اللازمة للحصول على درجة
لزوجة معينة لعجينة زقة تتناسب مع أرقام لازيية هذه العجائن . لذلك فمن
الممكن تقدير لازيية الطين تقديراً غير مباشر وخاصة في عجائنه الزقة بذاته
لزوجة هذه العجائن .

(١) بلينتجر : نظواهر نفروية المصاحبة لعمليات الخزفية . جورنال هندسة انكيباء
الصناعية ، ١٢ ، (٥) ، ٤٣٧ : ١٩٢٠ .

وتقدر لزوجة عجائن الطين الزلقة إما :

(أ) بتقدير الزمن اللازم بالثانية لانسياب حجم معين من العجينة خلال

فتحة قياسية في درجة حرارة معينة . وإما .

(ب) بتقدير القوة اللازمة بالداين لتحريك مساحة معينة على سطح العجينة

بسرعة معينة في درجة حرارة معينة .

ونكل من الطريقتين أجهزتها الخاصة لقياس اللزوجة .

(٥) قياس غروية الطين اللازب ^(١) : من المعروف أن لازبية الطين

ترجع مباشرة إلى الحالة الغروية ، لذلك وضع « آشلي » طريقة غير مباشرة

لتقدير لازبية الطين عن طريق قياس المواد الغروية في عجائنه ^(٢) . وقد بنى

آشلي طريقته على أساس تقدير كمية الصبغ المدمص من محلوله بواسطة الدقائق ،

ومقارنة الناتج بكمية صبغ أخرى مدمصة في عينة من طين قياسي في لازبيته .

على أنه ليس من اللازم أن تكون قدرة ادمصاص الطين للصبغ واحدة في جميع

المواد الغروية الموجودة في الطين . كذلك قد تؤثر الأملاح الموجودة في الطين

على قدرة ادمصاصه للصبغ ، فتحتوى الطينة الكروية القائمة مثلا على كميات

كبيرة من الغرويات العضوية التى تختلف في قدرة ادمصاصها للصبغ عن قدرة

ادمصاص دقائق الطين له . وعلى ذلك يكون تقدير آشلي لغروية الطين

عن طريق الادمصاص غير متوقف فقط على غروية الطين نفسه .

(١) آشلي : تقدير المواد الغروية في الطين . النشرة الصناعية لصاحبة المقاييس الأمريكية ،

٢٣ ، ٤٠ : ١٩١١ .

(٢) يراجع تفاصيل الطريقة في الجزء الخاص بالعمل من الكتاب .

مسائل

١ — احسب ماء اللازبية في الأجسام الطينية الآتية :

(١)	(٢)	(٣)
وزن العينات اللازبية :	٨٧ر٨٥	٨١ر٢٠
وزن العينات بعد التجفيف :	٦٣ر٣٦	٥٤ر١٩
	٨١ر٩٩	٥٤ر٨٣

٢ — احسب نسبة ماء الادمصاص في عينات الطين الآتية ، وذلك من

البيانات الموضحة أمام كل منها :

رقم	وزن جاف	وزن رطب	رقم	وزن جاف	وزن رطب
١	٢٨ر٤٠	٢٨ر٧٥	١١	٢٥ر٢٠	٢٦ر٧٠
٢	٢٩ر١٥	٢٩ر٣٠	١٢	٢٥ر١٠	٢٦ر١٠
٣	٢٩ر٢٠	٢٩ر٢٥	١٣	٢٥ر٤٠	٢٦ر٤٥
٤	٢٩ر١٠	٢٩ر٥٠	١٤	٢٧ر٦٠	٢٧ر٩٤
٥	٣٥ر٨٠	٣٦ر٢٠	١٥	١٦ر٤٠	١٦ر٥٥
٦	٣٠ر٠٥	٣٠ر٢٥	١٦	٢٧ر٥٨	٣٠ر٤٠
٧	٢١ر٨٥	٢٢ر٠٥	١٧	٢٤ر٢٠	٢٦ر٤٠
٨	٣٣ر٩٥	٣٤ر٧٠	١٨	٢٣ر٩٠	٢٥ر٦٥
٩	١٤ر١٥	١٥ر٩٥	١٩	٢٦ر٩٠	٢٩ر٤٨
١٠	١٩ر٣٠	٢١ر٥٥	٢٠	٢٦ر٢٥	٢٨ر٧٢

ملحقات الكتاب

مشاهير علماء الخزف

الأستاذ إدوارد أورتون (الصغير) .

أول أستاذ لقسم الخزف في جامعة أوهايو بأمريكا . ومن أهم أعماله تخطيط تقسيم الطين وفصله بين الأنواع المتبقية والأنواع المنقولة في قسمين رئيسيين، ثم قسم كل قسم إلى أنواع . كما درس تأثير الحرارة على أنواع الطين، وكون نظاما للمخاريط الحرارية يعرف باسمه ويستعمل في صناعة الخزف بأمريكا ، وتشبه مخاريط أورتون في ترقيمها مخاريط سيجر ، إلا أنها تختلف عنها في دلالتها الحرارية . وإلى أورتون يرجع الفضل في تنظيم صناعة الخزف في أمريكا ووضع قواعدها المضبوطة ، وهو أول من شغل منصب سكرتير جمعية الخزف الأمريكية .

بارتو :

قام بتحليل الصخور النارية المصرية ضمن تحاليله لمجموعات الصخور النارية العالمية .

بانكروفت :

من أهم من قام بالبحث والاستقصاء في الغرويت . وتعد مؤلفاته مستندا في هذا الباب .

باون :

اشترك مع غيره من أعضاء معهد « كارنيجي » بواشنطن في البحوث

على التفاعلات الحرارية للسيليكات ودراسة أحوال انصهارها وتجمدها ، وله في ذلك نظريات ممتازة .

بطرس :

اشترك مع « فيرتشيلد » في مصلحة المقاييس الأمريكية في وضع طرق جديدة لقياس الارتفاع في درجات حرارة تسوية المشغولات الخزفية داخل القمائن والأفران .

بايننجر :

شغل منصب مدير لقسم البحوث الخزفية في مصلحة المقاييس الأمريكية ، وله نظرياته في تقسيم الطين اللازب ، وله أعمال وبحوث في فعل المواد المتأينة والضغط والحرارة بأنواع الطين المختلفة .

بنجام :

قام بأبحاث على ميكانيكا لازبية الطين .

يوردى :

وهو ممن شغل منصب السكرتير العام لجمعية الخزف الأمريكية .

بون ، ج :

اشترك مع « بيدنل » في الدراسة البتروجرافية للمعادن المكونة للصخور المصرية .

بول ، ج . ١ :

قام مع « ستل » بأعمال البحوث في تطوير عمليات تجفيف وتسوية

الأجسام الطينية في مصلحة المقاييس الأمريكية . ووضع صورة تبين بنية عجائن الطين اللازمة .

بيدتل :

اشترك مع بول ج . وغيره في تجهيز القطاعات الميكروسكوبية لعينات الصخور المصرية ، وفي فحصها ودراساتها وتتبع تحلل معادنها الفلسبارية إلى مادة السكاولين والمواد الطينية .

درسلر ، فينيب :

من أشهر مهندسي تصميمات أفران التسوية ، وصاحب الجزء الخاص باتفاق التسوية في كتاب الخزف « لماك نامارا » .

روزنتال ، إيرنست :

من أشهر رجال الخزف في العصر الحالي . نشأ في عائلة روزنتال المؤسسة لصناعة الخزف في « بافاريا » ببلدة « زلب » بألمانيا . حصل على بكالوريوس الكيمياء والطبيعة من جامعة « ميونخ » وعمل في مصانع روزنتال . وقام بزيارات دراسية لمصانع الخزف في شمال مقاطعة « استافوردشير » بإنجلترا ، ثم رحل إلى أمريكا حيث أسس مصانع روزنتال للبورسيلان ، وعمل مستشاراً فنياً لعدة مصانع أخرى للخزف . واستفادت منه البحرية الأمريكية خلال الحرب العالمية الثانية في صناعة كثير من منتجات الخزف الحرارية والعوازل الكهربائية والألبيكترونية التي عاونت في انتشار الأسلحة الذرية . وهو الآن المشرف على مصانع روزنتال بزلب بألمانيا مع اتصاله بمصانع « بوللرز » المتحدة « بمنتون » التي تنتج العوازل الكهربائية لشركة « زينيث » الكهربائية

المتحدة، وشركة « بوتس » وشركة « وكوالكوفز » المتحدة وشركات
« ريدجواي » و « آدلى » المتحدة و « لاوى » المتحدة من شركات
إنتاج الخزف .

الدكتور ريز ، هنريش :

قام بدراسة جيولوجيا الطين وتوزيعه في الطبيعة .

ستيل :

اشترك مع بول . ج . ا في دراسة تطورات عمليات نجفيف وتسوية
الأجسام الطينية ، وتوصل إلى وضع قواعدها الأساسية . كذلك قام بدراسة
عمليات أكسدة شوائب الكربون والكبريت والحديد في الأجسام الطينية
في أثناء تسويتها .

سيجر ، هيرومان :

عمل مديراً لعمل البحوث في مصنع البورسيلان الإمبراطوري في برلين .
وهو أول من عنى بالأبحاث الخزفية العلمية ، ودون نتائجها في مجموعة من
الرسائل أخذ عنها جميع من اشتغل بعده في الخزف ، وهو أول من استعمل
المخاريط الحرارية في الاستدلال على درجات حرارة تسوية الأجسام الطينية ،
وله مجموعته المعروفة باسمه . ومن أهم دراساته الأخرى ألوان الأجسام بعد
التسوية وتركيب الطين وشوائبه القابلة للذوبان .

شوريشت :

قام بدراسة وقياس أبعاد جسيمات الطين .

فيرتشيلد :

اشترك مع بطرس في مصلحة المقاييس الأمريكية في استحداث طرق لقياس ارتفاع درجات الحرارة في قنّان وأفران التسوية .

لقجواى ، إئيس :

قامت بوضع تقسيم دقيق للمجففات وأفران التسوية .

لوكاس :

مدير قسم الكيمياء الأسبق في الحكومة المصرية . قام بتحليل الكيميائي لبعض الصخور النارية المصرية .

ميللور :

كيميائي خزف إنجليزي . قام بدراسات واسعة النطاق على أنواع الطين ومواد الخزف ، وحصل على نتائج طيبة فيها ، وله طرق المعروفة في تحليل الطين . شغل مركز سكرتير عام الجمعية الكيميائية الإنجليزية .

هيوم :

المستشار الجيولوجي الأسبق للحكومة المصرية . قام بدراسة جيولوجية مصر ووضع لها مؤلفاً ضخماً يتكون من أربعة مجلدات ضخمة ، وبعد مرجعاً عاماً في المادة .

واتس :

له مع تلامذته نتائج كثيرة في لزوجة السيليكات في درجات الحرارة المختلفة وعلاقتها بتكويناتها الزجاجية والمتبلورة .

واشبيرن :

له مع معاونيه فى جامعة « اللينوى » بأمريكا بحوث ونتائج تقديمية فى المسامية . واستحدث طرقاً أكثر دقة عن سابقتها فى تقديراتها .

ودجوود ، جوسيا :

من أشهر خزافى الإنجليز وفريد جميع عصور الخزف . جمع بين الفن والعلم وإدارة الأعمال . ولد فى « بير سليم » بإنجلترا عام ١٧٣٠ من عائلة عريقة فى الخزف . وكان إنتاجه عن دراسة وتجارب على انخامات المحلية ، وأخرج منها الخزف الزلطى ومنتجات « جاسبر البورسيالان » كما استعمل فى تزجيجاته المزججيات ، وكان يسميها « الزجاج الزلطى » . ومن منتجاته الثنية قطع « الكميور » التى تهافتت على اقتنائها ملكات عصره ، فصنع منها « لشارلوت » ملكة إنجلترا طبقاً للشاي وآخر للقهوة مزخرفاً باللون الأخضر المذهب . وطابت منه « كاترين » قيصرية روسيا صناعة طقم أطعمة ، جهزه وصور على كل قطعة منه لوحة من اللوحات الإنجليزية المشهورة .

القيم القياسية لتقريب المناخل (١)

(٢٨٢)

رقم المنخل	فتحة ثقب المنخل		قطر السالك		امتحان انطفاً %		عدد الثقوب	
	م	بوصة	م	بوصة	في متوسط	في أقصى	سم	بوصة
٢ ½	٨ر٠٠	٠.٣١٥	١ر٨٥	٠.٠٧٣	٥	١٠	١	٢ر٦
٣	٦ر٧٢	٠.٢٦٥	١ر٦٥	٠.٠٦٥	٥	١٠	١ر٢	٣ر٠
٣ ½	٥ر٦٦	٠.٢٢٣	١ر٤٥	٠.٠٥٧	٥	١٠	١ر٤	٣ر٦
٤	٤ر٧٦	٠.١٨٧	١ر٢٧	٠.٠٥٠	٥	١٠	١ر٧	٤ر٢
٥	٤ر٠٠	٠.١٥٧	١ر١٢	٠.٠٤٤	٥	١٠	٢	٥ر٠
٦	٣ر٣٦	٠.١٣٢	١ر٠٢	٠.٠٤٠	٥	١٠	٢ر٣	٥ر٨
٧	٢ر٨٣	٠.١١١	٠ر٩٢	٠.٠٣٦	٥	١٠	٢ر٧	٦ر٨
٨	٢ر٣٨	٠.٠٩٤	٠ر٨٤	٠.٠٣٣	٥	١٠	٣	٧ر٩
١٠	٢ر٠٠	٠.٠٧٩	٠ر٧٦	٠.٠٣٠	٥	١٠	٣ر٥	٩ر٢
١٢	١ر٦٨	٠.٠٦٦	٠ر٦٩	٠.٠٢٧	٥	١٠	٤	١٠ر٨

٨٣١

عدد الثغوب		امتحان الخطأ %		قطر السالك		فتحة ثقب المنخل		رقم المنخل
نوع	سم	في أقصى	في متوسط	الفتحة	نوع	سم	سم	
١٢.٥٧	٥.٦٨	١٠	٠	٢	٠.٢٤	٠.٦١	٠.٥٥٧	١٤
١٤.٥٧	٥	١٠	٠	٢	٠.٢١	٠.٥٤	٠.٤٦٨	١٦
١٧.٥٨	٦.٦٨	١٠	٠	٢	٠.١٨٧	٠.٤٨	٠.٣٩٤	١٨
٢٠.٥٨	٨.٦٥	٢٥	٠	٣	٠.١٦٥	٠.٤٢	٠.٣٣١	٢٠
٢٣.٥٦	٩.٦٤	٢٥	٠	٣	٠.١٤٦	٠.٣٧	٠.٢٧٨	٢٥
٢٧.٥٩	١١	٢٥	٠	٣	٠.١٢٩	٠.٣٣	٠.٢٣٤	٣٠
٣٢.٣	١٣	٢٥	٠	٣	٠.١١٣	٠.٢٩	٠.١٩٧	٣٥
٣٧.٥٨	١٥	٢٥	٠	٣	٠.٠٩٨	٠.٢٥	٠.١٦٦	٤٠
٤٤.٧	١٨	٢٥	٠	٣	٠.٠٨٥	٠.٢٢	٠.١٣٩	٤٥
٥٢.٤	٢٣	٤٠	٠	٤	٠.٠٧٤	٠.١٥٨	٠.١١٩	٥٠

[illegible][illegible]

اجوبة المسائل

الباب الرابع:

- ١- نسبة المواد الطينية ٦٠٫٩١٪
نسبة الكوارتز ٢٩٫٧١٪
نسبة الفلسبار ٩٫٣٨٪
- ٢- نسبة المواد الطينية ٥٩٫٦١٪
نسبة الكوارتز ٣٥٫٩٧٪
نسبة الفلسبار ٤٫٤٢٪
- ٣- (أ) ٣٩٫٥١٪ لو ٣١٫٣١، ٤٦٫٥٧٪ س ٢١٫٩٢، ١٣٫٩٢٪ يد ٢١٫٩٢٪
(ب) ١٨٫١٨٪ لو ٣١٫٣١، ٦٤٫٨٨٪ س ٢١٫٩٤، ١٦٫٩٤٪ يو ٢١٫٩٤٪
(ج) ٥٦٫٠٠٪ كا، ٤٤٫٠٠٪ ك ٢١٫٩٤٪
(د) ١٦٫٢٣٪ ص ٢١٫٩٤، ٣٦٫٦٢٪ ب ٢١٫٩٤، ٤٧٫٢٥٪ يد ٢١٫٩٤٪
(هـ) ٧١٫٨٥٪ لو ٣١٫٣١، ٢٨٫١٥٪ س ٢١٫٩٤٪

٤ -	(١)	(٢)	(٣)	(٤)	(٥)	(٦)
نسبة الرطوبة ٪	٤٫٦٢	٨٫٠٦	٠٫٢٦	٤٫٩٩	٢٥٫٩٢	٢٢٫٤٧
نسبة الفقد في الوزن بعد التسوية :						
(أ) بالنسبة للوزن الرطب ٤٫٨٥	٨٫٧٧	٠٫٢٦	٥٫٢٥	٣٥٫٠٠	٢٨٫٩٨	
(ب) بالنسبة للوزن الجاف ١٥٫٥٥	١٩٫١٥	١٤٫٤٤	٥٫٤٦	٣١٫٢٥	٣٥٫١٢	
(ج) بالنسبة للوزن بعد التسوية	١٨٫٨٢	٢٣٫٦٩	١٦٫٨٧	٥٫٧٨	٤٥٫٤٥	٥٤٫١٣

۵ - ۲۱,۹۵٪

۶ - ۶,۴۴٪ بالنسبة للوزن الجاف، ۶,۸۸٪ بالنسبة للوزن بعد التسوية

۷ -	(۱)	(۲)	(۳)	(۴)	(۵)	(۶)	(۷)	(۸)
س ا ۲	۴۴,۳	۶۵,۱	۳۷,۱	۶۸,۳	۴۹,۶	۴۶,۷	۴۶,۳	۳۵,۸
ن ا ۲	۳۸,۷	۱۶,۴	۱۶,۴	۳۹,۷	۱۷,۵	۱۷,۴	۱۶,۴	۱۴,۵
ح ا ۲	۰,۵	۴,۲	۴,۴	۰,۸	۱۱,۵	۴۵,۸	۱,۵	۱,۱
ما ۱	۰,۲	۰,۴	۱۴,۷	۰,۲	۸,۴	۲,۷	۱۱,۹	۱۳,۲
کا ۱	۰,۲	۱,۱	۱,۴	۰,۲	۵,۸	۱۷,۶	۴,۹	۱۴,۲
(بوءص) ا ۱	۰,۵	۳,۵	۱,۵	۰,۵	۰,۵	۰,۵	۱۰,۷	۱,۱
ید ۲	۱۴,۱	۷,۲	۱۰,۴	۹,۱	۴,۸	۱۱,۲	۶,۲	۳,۲
تی ا ۲	۱,۵	۱,۳	۱,۵	۱,۲	۱,۹	۱,۲	—	—
ک ا ۲	—	۱,۱	۱۲,۶	—	—	۱۵,۹	۱,۶	۱۱,۹

۸ - الفسبار ۶۵۹

حجر کورنول ۷۴۸

اسبارا کسفورد ۵۰۹۸۷

اسبار بکنجام ۵۲۴۵۴

اسبار جووفرای ۶۱۳۷۴

٩ - الفاسبار الصوديومي :

٩٧٩ ر. ص ٢ ا	٩٩١٣ ر. لو ٢ ا	١٦٠٦ ر. س ا
٣٦ ر. بو ٢ ا		
٤٨ ر. كا ا	٨٧ ر. ح ٢ ا	
٣٠ ر. ما ٢ ا		

المشغول الطيني

٧٠ ر. بو ٢ ا	٩٤٩ ر. لو ٢ ا	٩٥٠ ر. س ا
٢٣٧ ر. ص ٢ ا	١٥٠ ر. ح ٢ ا	١٨٠ ر. (تي ٢ ا)
٣٦٤ ر. كا ا	٣٦ ر. ب ٢ ا	

الطين :

٢٠٢١ ر. بو ٢ ا

١٣ ر. ص ٢ ا	١٠٠ ر. لو ٢ ا	٢٣٧ ر. س ا
١٦ ر. كا ا	١٢ ر. ح ٢ ا	١٩٦ ر. يد ٢ ا
٢٢ ر. ما ا		

الطين :

٥٢٨ ر. بو ٢ ا	١٠٠ ر. لو ٢ ا	٦٥٥ ر. س ا
٤٨ ر. ص ٢ ا	٨ ر. ح ٢ ا	١١١ ر. يد ٢ ا
١٠٠ ر. كا ا		
٢٣ ر. ما ا		

(١)	(٢)	(٣)	(٤)	(٥)	(٦)
١٧٠	١٧٠	١٧٠	١٧٠	١٧٠	١٧٠

١٧٠	١٧٠	١٧٠	١٧٠	١٧٠	١٧٠
-----	-----	-----	-----	-----	-----

١٧٠	١٧٠	١٧٠	١٧٠	١٧٠	١٧٠
-----	-----	-----	-----	-----	-----

١٧٠	١٧٠	١٧٠	١٧٠	١٧٠	١٧٠
-----	-----	-----	-----	-----	-----

١٧٠	١٧٠	١٧٠	١٧٠	١٧٠	١٧٠
-----	-----	-----	-----	-----	-----

١٧٠	١٧٠	١٧٠	١٧٠	١٧٠	١٧٠
-----	-----	-----	-----	-----	-----

١٧٠	١٧٠	١٧٠	١٧٠	١٧٠	١٧٠
-----	-----	-----	-----	-----	-----

١٧٠	١٧٠	١٧٠	١٧٠	١٧٠	١٧٠
-----	-----	-----	-----	-----	-----

کلین سکارتر اورتوکیز انورثیت لیونیت رطوبه

۵۹٫۷۲ — ۱	۳۱٫۵۵	۴٫۹۳	۱٫۷۳	۰٫۷۱	۱٫۳۵
۷۹٫۴۲ — ۲	۱۲٫۱۴	۵٫۰۱	۱٫۹۵	۱٫۲۵	۰٫۰۶
۷۷٫۹۴ — ۳	۰٫۲۴	۱۷٫۸۲	—	۱٫۴۲	۲٫۵۹
۸۷٫۸۸ — ۴	—	۸٫۳۵	۰٫۷۰	۳٫۲۰	۰٫۲۲
۵۷٫۸۰ — ۵	۱۴٫۸۵	۲۵٫۶۲	—	۰٫۳۶	۱٫۸۰
۶۱٫۸۰ — ۶	۲۸٫۶۳	۵٫۷۹	۲٫۸۴	۱٫۲۵	۰٫۰۴
۵۸٫۹۲ — ۷	۲۹٫۷۰	۶٫۱۵	۳٫۲۳	۱٫۰۳	۰٫۹۵

القلوى : صودا

كلولين	سكراتر	ألبيت	أنورثيت	ليمونيت	رطوبة
٥٨٥٥ — ١	٣٠٤٠	٦٨١	١٧٣	٠٧١	١٤٦
٧٨٤٥	١١١٨	٦٨٢	١٩٥	١٢٥	٠٢٥
٧٣٨٣	٤٠٩	٢٥١٨	—	١٤٢	٣١٧
٨٥٨٢	١٩٢	١٢٠٧	٠٧٠	٣٢٥	٠٥٠
٥١٩٠	٩٣١	٣٦٠٩	—	٠٣٩	—
٦٠٢٠	٢٧٣٣	٨٢٨	٢٨٤	١٢٥	٠٢٥
٥٧٢٠	٢٨٢٤	٨٧٩	٣٢٣	١٠٣	١١٩

١٢ — ١ — ٦٦٩٥ — ٢ — ٧٦٤

١٣ — ٩٤٠٥ — ٩٤٠٥

١٤ — (أ) ١٣٩٤ — (ب) ٤٧١٢ — (ج) ٤٤

١٥ - خطاطات الفخار الإنجليزي :

٦	٥	٤	٣	٢	١	
٢٠	٢٣,٣٣	٢٦,٦٦	٣٤,٤٤	٤٦,٦٧	٥٢,٢٢	طينة لازقة زرقاء
٤٥,٧٤	٣٦,١٧	٢٨,٧٢	٣٨,٣٠	٢٥,٥٣	٢٥,٥٣	طينة صيني
١٥,٣٣	١٢,٨٨	١٢,٦٦	١١,٠٠	٦,٦٦	٤,٣	بجائيت
١٩,٧٢	٣٣,٦١	٣١,٩٤	١٦,٢٢	١٨,٩٦	١٧,٩٥	زلط

١٦ - خام الطين ٩٢٧,٦٦ رطلا

خام الاسبار ٢٨٥,٧١ »

خام الزلط ٤٥٥,٥٦ »

١٧ - ٥٦,٧٤ جم . كلوريد باريوم متبلور .

١٢٣,٨١ جم . كربونات باريوم .

- ١٨ - نصف كجم . كلوريد باريوم متبلور .
٦٤٧٥ ر . كجم . أيدروكسيد باريوم مائي .
١٠٦ ر . كجم . كربونات باريوم .
١٩٦٧ ر . ٪ كبريتات ذائبة .

١٩ - ٥٢٦ جم

٢٠ - ٦٠ جم .

٢١ - ٨٨ جم .

٢٢ - (١) ٢٥ ٪ ، (٢) ٣٥ ٪ ، (٣) ٣٦ ٪ ، (٤) ٣٧ ٪ ،
(٥) ٣٨ ٪ ، (٦) ٢٠ ٪ .

٢٣ - الخامات					
المستعملة	أ	ب	ج	د	هـ
بجائيت	٣١ر٨٠	٣٥ر٢٣	٣٢ر٥٥	١٥ر٨١	٢١ر٠٩
طين صيني	١٩ر٧٨	٢١ر٨٣	٣٨ر٤٤	٣٦ر٣٢	٢٥ر٩٢
طينة بيضاء	٣٦ر٠٤	٢٦ر٧٦	١٣ر٣٦	٢٠ر٥٣	٢٥ر٦٥
زלט	١٢ر٣٨	١٦ر١٨	١٥ر٦٥	٢٧ر٣٦	٢٧ر٣٧

الباب الخامس :

- (١) (أ) ٤٢٩ر٦ سم^٢ ، (ب) ٣٨٩ر٤ سم^٢ ، (ج) ١٣٩ر٤ سم^٢ .
(٢) (أ) ٢٠١ر٤ سم^٢ ، (ب) ١٤٦٣ر٢ سم^٢ ، (ج) ٦٠٤ر٤ سم^٢ .
(٣) (أ) ١٨٤ر١ مم ، (ب) ٩٤ر٠ مم ، (ج) ٧٣ر٠ مم ، (د) ٣١٤ر٠ مم ،
(هـ) ١٣٧ر٠ مم ، (و) ٦٨ر٠ مم .

الباب السابع :

(١) — ١ — ٣٨,٦٥٪

٢ — ٤٩,٨٤٪

٣ — ٤٩,٥٣٪

رقم (٢)	نسبة ماء الادمصاص	رقم	نسبة ماء الادمصاص
١	١,٢٣	١١	٥,٩٥
٢	٠,٥١	١٢	٣,٩٨
٣	٠,١٧	١٣	٤,١٣
٤	١,٣٧	١٤	١,٢٣
٥	١,١٢	١٥	٠,٩٢
٦	٠,٦٧	١٦	١٠,٢٣
٧	٠,٩٢	١٧	٩,٠٩
٨	٢,٢١	١٨	٧,٣٢
٩	١٢,٧٢	١٩	٩,٥٩
١٠	١١,٦٦	٢٠	٩,٤١

قاموس المصطلحات

- ١ — اختبار الجليخ .
- ٢ — مادة جليخ
- ٣ — امتصاص .
- ٤ — مقتطفات : دورية تنشر ملخصات البحوث .
- ٥ — أقلية .
- ٦ — لازق ، لاصق
- ٧ — ادمصاص : امتصاص سطح الجسم الصلب .
- ٨ — راسب طيني هوائي .
- ٩ — أجملوليث : مادة حرارية مصنوعة من البيروفيليت .
- ١٠ — كنفقة البحر : طحلب ينمو في بحار الصين واليابان يستعمل الجاف منه مادة لاصقة .
- ١١ — تقادم الطين .

- ١٢ — تذرية : فصل الطين الناعم بتعريضه لتيار من الهواء .
- ١٣ — تحليل جيولوجى : تغير فى تركيب وطبيعة المعادن والصخور .
- ١٤ — ألومينا : أكسيد الألومينيوم .
- ١٥ — حراريات ألومينية : تحتوى على أكثر من ٤٥ ٪ منها ألومينا .
- ١٦ — ألندم : مادة حرارية تصنع من البواكيت .
- ١٧ — غير متبلور : صفة للمواد الخالية من النظم البلورية مثل الزجاج .
- ١٨ — تخمير : تبريد الجسم الخزفى ببطء بعد تسويته .
- ١٩ — جذب كهربى مصعدى .
- ٢٠ — علم الأنثروبولوجيا : المتعلق بوصف الإنسان وتاريخه الطبيعى .
- ٢١ — مسامية ظاهرية .
- ٢٢ — ثقل نوعى ظاهرى .
- ٢٣ — ملحقات الكتاب .
- ٢٤ — فرن قوس كهربى .
- ٢٥ — الخزف الفنى .
- ٢٦ — مصنوع : ما يصنع ليحاكى مثيله الطبيعى .
- ٢٧ — أحجار صناعية .
- ٢٨ — تجميع : عملية تكوين الجسم المتعدد الأجزاء

٢٩ — أوتوكلاف : فرن مخارى حابك .

٣٠ — تشكيل بالساف الميكانيكى .

٣١ — بكتيريا : نبات ميكروسكوبى .

٣٢ — خزانة حرارية — حائط من طوب حرارى يعمل مع موقد القمين :

خزانة تنظم سير تيارات الهواء الساخن الداخلى إلى القمين بحيث يتجه إلى أعلى ولا يصطدم بالأجسام السواة .

٣٣ — باريا : أكسيد باريوم .

٣٤ — برخان : كتيب هلالى الشكل ذو انحدار بسيط فى اتجاه الريح

مع انحدار أشد يبلغ ٣٠° من الأفق فى الاتجاه الآخر المستدير .

٣٥ — فرصة : جسم مستدير رقيق من الخرف يستعمل كأداة تشكيل،

كما يطلق على نوع من أدوات الرص .

٣٦ — ثنائى المحور الضوئى : بلورات تتخذ فيها الأشعة الضوئية مسارين

رئيسيين مختلفين عند الفحص البتروجرافى للمعادن ، وذلك كما فى بلورات

نظم المعينى والأحادى النيل والثلاثى النيل .

٣٧ — مادة رابطة .

٣٨ — القديد^(١) : الجسم الطيني بعد عملية تسويته الأولى دون أن يطلّى
بعلبة ترجيح .

٣٩ — مرحلة التقديد .

٤٠ — اسوداد داخل الجسم : ظاهرة تحدث عند تسوية بعض المشغولات
الطينية المحتوية على كبريت وحديد تسوية من درجات حرارة منخفضة .

٤١ — أسمنت حديدى .

٤٢ — انتفاخ : نتيجة تمدد غازى داخلى عند تسوية الجسم .

٤٣ — بورى : موقد غازى له مورد من الهواء أو الأكسجين
المضغوطين .

٤٤ — الزجاج الأزرق : بلورات كبريتات النحاسيك المائية .

٤٥ — عجان : آلة ذات قلابات أو حادقات لتفتيت كتل الطين
وخلطها بالماء لتكوين عجينة .

٤٦ — نار .

٤٧ — جسم : يستعمله الخزافون للدلالة على المشغول الطينى أو الخزفى،
أما التعريف العلمى للجسم فهو الجزء من المادة .

٤٨ — غلاية .

٤٩ — رماد العظام : متخلف حريق العظام ، يتكون من فوسفات

(١) المصدر : الخزف والأشغال اليدوية ١٩٤٩ .

وكربونات الكالسيوم . يستخدم كحادة كتامة بيضاء وككون في خلطات
صيني العظام . ويصنع من كسنة عظام الثيران عادة .

٥٠ — صيني العظام : نوع من الصيني الإنجليزي يمتاز بلونه الأبيض
وشفافيته العالية .

٥١ — بورق ، بوراكس : بي بورات الصوديوم .

٥٢ — قنينة وتجمع على قناني .

٥٣ — جلود : كتلة من صخر يزيد قطرها على ١٠ سم ، وتجمع
على جلاميد .

٥٤ — طوبة : جسم من مواد البناء الخزفية على شكل متوازي
مستطيلات .

٥٥ — هش .

٥٦ — حركة براون .

٥٧ — قحى : لون غلاف حبة القمح ، أو لون الجلد البشرى الفاتح .

٥٨ — مسامية كلية .

٥٩ — ثقل نوعي خارجي .

٦٠ — حلقة بولر الحرارية .

٦١ — تقرير : من الدوريات .

٦٢ — حافظة تسوية .

٦٣ — تزجيج جبرى .

٦٤ — كلسنة : عملية تسخين المادة فى الهواء لتفتيتها أو لطردها منها من ماء ومواد متطايرة، والأصل فى العملية هو تسخين الحجر الجبرى لتحويله إلى جير حى المعروف قديماً باسم الكلس .

٦٥ — كلس (١) .

٦٦ — قطع الكاميو : قطع خزفية فنية من إنتاج الخزاف ودود ذات تزجيج زخرفى بالحفر .

٦٧ — كاربورندم : مادة حرارية أو جالحة أو كهربية تتركب من كربيد السيليكون .

٦٨ — خاصة شعرية : ارتفاع السوائل فى الأنابيب الشعرية ضد الجاذبية الأرضية تحت تأثير التوتر السطحي .

٦٩ — خرسانة خزفية : مادة حرارية تخطط بالماء وتصب حيث تتجمد كخرسانة الأسمنت .

٧٠ — تشكيل بانصب .

٧١ — جذب كهربى مهبلى .

(١) مجموعة رسائل جابر بن حيان .

٧٢ — أخضر سيلانديني لون نبات أخضر مصفر .

٧٣ — أسمنت .

٧٤ — قوة طاردة مركزية : القوة الناشئة عن دوران جسم بسرعة كبيرة حول مركزه . تستعمل في أعمال فرز السوائل حيث يطرد الخفيف نحو الخارج منفصلاً عما به من مواد صلبة أو سوائل ثقيلة التي تستقر في الوسط .

٧٥ — خزف .

٧٦ — منتجات الخزف .

٧٧ — أوعية الخزف ، أجسام خزفية

٧٨ — خزف «إيطالي» .

٧٩ — خزف «فرنسي» .

٨٠ — خزاف .

٨١ — تشقق .

٨٢ — بورسيلان : كيميائي : منتجات البورسيلان المستعملة في الأغراض

الكيميائية ، تمتاز بمقاومتها لفعل الكيماويات .

٨٣ — صيني : نوع من منتجات الخزف الطيني الراقى العديم المسام ،

ذو بنية صماء كثيفة ذات شفافية جزئية ، يلي البورسيلان في الصلادة والرنين ، تصنع منه أواني الطعام عادة .

٨٤ — اختبار حمولة الصيني .

٨٥ — نقشير طبقة التزجيج .

٨٦ — الفخار الشيسترني نوع من فيانس خشن البنية يكثر فيه الأنواع ذات طبقات تزجيج سوداء أو قاتمة ، كما يغلب فيه زخرفة تحت التزجيج بطينات مختلفة الألوان : وكانت تعمل منتجات هذا الفخار لحكام إقليم شيتو بفرنسا في القرن السادس عشر ومنه اشتق الاسم .

٨٧ — الاسم الإنجليزي القديم للطين .

٨٨ — طين

٨٩ — خزف طيني

٩٠ — حالة طينية .

٩١ — مادة طينية .

٩٢ — عجينة طينية أو صلصال .

٩٣ — مشغول طيني : جسم طيني

٩٤ — حصى الأسمت .

٩٥ — ماس مسدودة .

٩٦ — ركود الدقائق .

٩٧ — غروي .

٩٨ — كيمياء غروية .

٩٩ — محلول غروي .

١٠٠ — حالة غروية .

- ١٠١ — مادة تلوين .
- ١٠٢ — ماء ارتباط .
- ١٠٣ — لجنة : مجموعة من الأعضاء لبحث أمر .
- ١٠٤ — طوب بلدى
- ١٠٥ — فخار عادى .
- ١٠٦ — مركب معقد : مركب تتعدد فيه الشقوق الحامضة أو القاعدية .
- ١٠٧ — مكون .
- ١٠٨ — تركيب : تعبير عن مكونات مركب .
- ١٠٩ — مركب : مادة متجانسة تتكون من اتحاد أكثر من عنصر .
- ١١٠ — محارى : شكل ذو خطوط مقوسة متوازية أو متجمعة ، أشبه بمكسر قطعة من الزجاج السميك .
- ١١١ — مجرى : قناة لنقل السوائل .
- ١١٢ — مخروط .
- ١١٣ — متوافق .
- ١١٤ — ثابت الصهر : درجة الحرارة التى يحدث عندها التوازن بين مصهور مادة وصبها وهى درجة الانصهار .
- ١١٥ — خط الازدواج : خط التقاء نظامين فى تخطيط بيانى .
- ١١٦ — قوام : حالة السائل من غلظ أو رقة .
- ١١٧ — تكوين : نوع وطبيعة مكونات جسم .

- ١١٨ — معاصر .
- ١١٩ — مجفف مستمر .
- ١٢٠ — فرن مستمر .
- ١٢١ — نفق تجفيف مستمر .
- ١٢٢ — نفق تسوية مستمر .
- ١٢٣ — طاجن .
- ١٢٤ — منحى التبريد .
- ١٢٥ — مرحلة التبريد .
- ١٢٦ — كبريتات الحديدوز المائية .
- ١٢٧ — شرح : كسر فاصل طويل في الجسم .
- ١٢٨ — انفصال طبقات الزجاج .
- ١٢٩ — نفاخ غير متزجج .
- ١٣٠ — بلورة خفية : مرحلة بدء التبلور ، تلاحظ على هيئة مجموعات مما تظهره من خواص ضوئية في الضوء المتحلل .
- ١٣١ — بلورة — كريستال : جسم ذو شكل هندسى منتظم وترتيب جزيئى معين . ويطلق الخزافون الاسم على أنواع السيليكا النقية ذات الشفافية الجزئية . أما الكريستال الزجاجى فهو الزجاج ذو الصفاء الشديد .
- ١٣٢ — تزجيج بلورى .
- ١٣٣ — معادن سيايكت الألومنيوم المتبلورة ، أو معادن أشباه الطين .

١٣٤ — بلورى : عكس غروى .

١٣٥ — نظام بلورى مكعب : ما كان لباوراته ثلاثة محاور متساوية متعامدة

١٣٦ — كسر الزجاج .

١٣٧ — طرد الهواء من الطين : معالجة عجينة الطين بتقطيعها وتفتيتها

وهرسها تحت مفرغة هواء . وقد تجرى العملية بنت العجينة وتبطينها وضربها باليد . وتحسن العملية من قوام العجينة ولازيتها وخواص جسمها بعد تجفيفه وتسويته .

١٣٨ — تير ، هشيم : تراب الصخر . أو فتته .

١٣٩ — ورق الطبع ، ديكال .

١٤٠ — تلف^(١) : تحلل تدريجى فى المواد العضوية .

١٤١ — جرانيت متحلل .

١٤٢ — تحلل^(١) : تجزؤ مركب إلى مواد أبسط منه دون أن تعود الأجزاء إلى حالتها الأولى بعد زوال المؤثر .

١٤٣ — زخرفة .

١٤٤ — زخرف .

(١) نشرة مجم لغة العربية ، لجنة الكيمياء والتبديلة ، دورة المؤتمر ٢٥ ، ٣١ ، ٣٢

١٩٥٩/٥٨ .

١٤٥ — إعادة انتشار : إعادة الدقائق الراكدة إلى حالة الانتشار في وسط سائل .

١٤٦ — تشويه .

١٤٧ — فساد^(١) : انحطاط يحدث للخلايا أو الأجسام المكونة فتقل قيمتها الوظيفية .

١٤٨ — فقد الماء .

١٤٩ — ضار .

١٥٠ — كثافة : وزن وحدة الحجم .

١٥١ — أسمنت الأسنان .

١٥٢ — تعرية^(٢) : الأثر الذي تحدثه العوامل الطبيعية في الصخور فتفتتها وتزيحها ليتعرض سطح جديد منها لنفس العوامل .

١٥٣ — تدهور^(١) : انخفاض تدريجي في فعالية بعض المواد بمضي الزمن .

١٥٤ — تبلور الزجاج : بدء تحول البنية الزجاجية إلى بلورات أو بلورات خفية ، وذلك عند تجمد المصهور عند تبريده ببطء شديد ، أو بعد مضي مدد طويلة جدا على تخزين الزجاج أو استعمالها أو وجود مواد تساعد على العملية مثل المواد المتطايرة . وتضعف العملية من متانة الجسم الزجاجي وطبقات الزجاج

(١) نشرة مجمع اللغة العربية ، لجنة الكيمياء ، وصيغة دورة المؤتمر ٢٥ ، ٢٣ ، ٢٤ ، ١٩٥٩/٥٨ .

(٢) حسن صادق : الجيولوجيا ، ٨٤ ، ١٩٢٩ .

١٥٥ — فرز غشائي^(١) .

١٥٦ — طوب ديامل : طوب حراري ماغنيسيومي يحتوي على معدن
الاسبينيل ، إنتاج شركة فيترافرا كس .

١٥٧ — ثابت العزل الكهربائي : العدد الدال على نقطة التعادل الكهربائي
لحلول غروي .

١٥٨ — قابلية الانتشار .

١٥٩ — المختار : نوع من الدوريات .

١٦٠ — عملية هضم كيميائي^(١) : معالجة المواد بالكماويات أو بالتسخين
مع الضغط ، كذلك تفكيك المواد بكماويات قوية ، مثل حامض
الكبريتيك المركز .

١٦١ — غمس .

١٦٢ — وعاء غويط - طبق .

١٦٣ — تفتت^(١) : انقسام المادة إلى فتات إما تلقائياً كما في العناصر المشعة ،
وإما بواسطة عوامل التعرية كما في تفتت الصخور، وإما بواسطة عوامل كيميائية .

١٦٤ — انتشار غروي .

(١) نشرة مجمع اللغة العربية لجنة الكيمياء والصيدلة دورة المؤتمر ٢٥ ، ٣٥ ، ٣٦ ،
٣٩ : ١٩٥٩/٥٨ .

١٦٥ — تفكك^(١) : انقسام المادة إلى مكونات أبسط منها مع تمكن عودتها إلى حالتها الأولى عند زوال المؤثر .

١٦٦ — دولا ب التجفيف : يجفف نصف ميكانيكي نصف منسمر ؛ يتكون من خانات متحركة توضع فيها الأجسام الطينية على أو داخل قوالب من المصيص لتجف وتنفصل عنها .

١٦٧ — أكثرية .

١٦٨ — قمين لفتح نازل .

١٦٩ — برنج : مشغول أسطواناني أجوف ذو مقطع كبير غير متزجج . يستعمل في نقل مياه المجارى .

١٧٠ — قطيرة .

١٧١ — تشكيل بالضغط الجاف .

١٧٢ — مجفف : مكان تجفيف الأجسام الطينية .

١٧٣ — عملية تجفيف .

١٧٤ — مرحلة التجفيف .

١٧٥ — كثيب^(٢) : تل الرمال المستديرة الحسبات ذات الأحجام

(١) نشرة مجمع اللغة العربية ، لجنة السكيباء والصيدنة دورة المؤثر ٢٥ ، ٤٥ ، ١٩٥٩/٥٨ .

(٢) حسن صادق : الجيولوجيا ٤١ ، ٨٨ : ١٩٢٩

المتساوية ، يتراوح ارتفاعه من بضعة أقدام إلى عشرات الأمتار ، سهل الانحدار في اتجاه الريح ، شديده في الاتجاه الآخر .

١٧٦ — تكسر : تحطيم الأجسام الساخنة عند سرعة تبريدها .

١٧٧ — تراب ، غبار ، عثير : التراب جسيمات صلبة جافة سائبة راكدة والغبار تراب منتشر في الهواء على حالة غروية .

١٨٨ صبغ : مادة تلوين ذات تركيب عضوى تذوب في السوائل .

١٧٩ — اختبار امتصاص الأصباغ : اختبار نوعى للكشف عن المسام الدقيقة في الأجسام الخرفية ذات البنيات الزجاجية العالية .

١٨٠ — سد^(١) : عرق من صخر تصلب من مصهور معدنى بعد دخوله في شقوق أو فواصل مستطيلة تحترق صخورا أخرى .

١٨١ — الفخار الأبيض .

١٨٢ — تزهـر : عملية تطاير الماء المرتبط عند تعرض المادة المائية للهواء ، وهى عكس التميع ، كذلك توصف عملية تبخر مياه المحاليل الشعرية المتصاعدة على سطح الجسم تاركة مجموعات من مسحوق أو قشور المواد على شكل ريم أو أزهار .

(١) حسن صادق : الجيولوجيا ، ٤١ ، ٨٨ ، ١٩٢٩

١٨٣ — الصينى اليابانى :

نوع رقيق من الصينى ذى الشفافية الجزئية اشتهر بصناعته اليابانيون .

١٨٤ — المرونة

١٨٥ — بورسيلان كهربائى : بورسيلان ذو بنية زجاجية عالية عديم
المسام يشتغل فى العوازل الكهربائية .

١٨٦ — تحليل كهربى : تقسيم المادة إلى شقيها الموجب والسالب واتجاه
الأول نحو المهبط والثانى نحو المصعد عند إمرار تيار كهربى مستمر فى محلولها .

١٨٧ — جذب كهربى : اتجاه الدقائق نحو قطب كهربى فى الحالات الغروية .

١٨٨ — جذب كهربأوزموز

انتقال المحاليل المائية خلال الأغشية تحت تأثير قوى كهربية .

١٨٩ توصيل^(١) : عملية غرلة الطين بالماء تغرض تنقيته حيث ترسب
المواد الخشنة أولاً ، أما الناعم فيحملها تيار الماء ويرسبه فى مكان بعيد بعد
أن تضعف قوة التيار .

١٩٠ — مستحلب .

١٩١ — مينا .

١٩٢ — تحوّل جيولوجى باطنى .

(١) قاموس شرف ، ١٩٢٦ .

١٩٣ — تفاعل ممتص للحرارة .

١٩٤ — بطاقة

١٩٥ — إرج : وحدة الشغل المطلقة : وهي مقدار الشغل الذي تعمله قوة قدرها دالين عندما تحرك نقطة تأثيرها في اتجاه مسافة سنتيمتر واحد .

الدالين = $\frac{\text{جهد}}{\text{عجلة الجاذبية}} = \frac{1}{979}$ في القاهرة

١٩٦ — تعرية .

١٩٧ — إستر : مركب عضوي ينتج من اتحاد حامض مع كحول وخروج الماء .

١٩٨ — علم الاشتقاق : مبحث في أصل الأسماء .

١٩٩ — أبوتيكيت

٢٠٠ — تركيب أبوتيكيتي .

٢٠١ — نقطة أو درجة . الأبتوتيكيت : درجة الحرارة التي يجمد عندها تركيب أبوتيكيتي .

٢٠٢ — محلول أبوتيكيتي : محلول صلب محدود نسب مكوناته ، يتجمد في درجة حرارة خاصة به .

٢٠٣ — حالة أبوتيكيتية : تجمد مصهور من عدة مكونات متزججة بنسب محدودة في درجة حرارة معينة .

٢٠٤ — تبخير : تحويل سائل إلى الحالة الغازية بالتسخين .

٢٠٥ — تبخير .

٢٠٦ — تفاعل طارد للحرارة .

٢٠٧ — تمدد .

٢٠٨ — أس : عدد مرات ضرب العدد في نفسه .

٢٠٩ — ثابت الأس .

٢١٠ — التشكيل بالندفع .

٢١١ — طوب الوجهات .

٢١٢ — عامل : عدد يضرب في ناتج حسابي لتعديله أو تصحيحه .

٢١٣ — فيانس — بندقي : الاسم الفرنسي للفخار الأبيض الراقى المنزجج بطبقة ترجييج شفافه ، صنع في فرنسا منذ القرن الثانى عشر ، وسمى كذلك بالنسبة لمدينة فينسيا أو البندقية الإيطالية أصل صناعته .

٢١٤ — الأسمنت الحديدى .

٢١٥ — صقل سطح الجسم الخزفى . عملية تشطيب سطح الجسم الخزفى للحصول على سطح أملس ناعم قبل ترجييجه .

٢١٦ — ليفى — وبرى

٢١٧ — غشاء .

٢١٨ — رشيج : السائل الذى يتغذ من مرشح .

٢١٩ — كعكة الترشيح : الصلب المتماصك المتبقى على المرشح

٢٢٠ — مرشح بالضغط : جهاز فصل الماء أو السائل الزائد من العجائن الزلقة لتحويلها إلى عجائن لازبة بواسطة الضغط خلال مرشحات متينة .

٢٢١ — نعومة ، دقة : تنهى صغر الحجم .

٢٢٢ — تشطيب : العمليات النهائية في الصناعة أو التجهيز .

٢٢٣ — مكان النار .

٢٢٤ — منتجات طين طبقات الفحم : المشغولات الحرارية التي يغلب في تكوينها طين طبقات الفحم مع مسحوق خشن .

٢٢٥ — عزل حرارى .

٢٢٦ — تسوية : عملية تسخين الأجسام الطينية في درجات حرارة كافية لتحويلها إلى أجسام خزفية .

٢٢٧ — حلقة حرارية : جسم على شكل حلقة مصنوع من الكاولين أو أى مادة حرارية أخرى ، توضع مع الأجسام الطينية عند تسويتها لقياس درجات حرارة العملية عن طريق قياس مقدار ما يحدث فيها من انكماش ، ومعايرة مقداره بالتدريج الحرارى على قرص متصل بها من النحاس الأصفر .

٢٢٨ — مساعد رص : حامل حرارى للأجسام الطينية الضخمة أو السمكة الجدران كأدوات الصحية أو للأجسام ذات الأجزاء الضعيفة الاتصال كما فى بعض التماثيل : توضع لحفظ تلك المشغولات من التشويه فى أثناء تسويتها .

٢٢٩ — بنية صفحية : كالطفل والطلق .

٢٣٠ - تذهيب سطح الجسم الخزفي : عملية يكتسب فيها سطح الجسم الخزفي المحتوى على نسبة عالية من الحديد والمواد القلوية لونا ذهبيا أو بنيا محمرا لامعا عند معالجته بماء الطعام أو البوراكس في ظروف حرارية وجو تسوية خاصة .

٢٣١ - منتجات مسطحة : أوعية عديمة أو قليلة الغور .

٢٣٢ - ركود ، تلبد .

٢٣٣ - انسياب : تحرك جميع أجزاء الجسم بمعدل واحد تحت تأثير الضغط .

٢٣٤ - قابلية السك : قدرة الجسم وخاصة الفلزات على الانسياب والتشكيل بالطرق أو الضغط وهو في حالة الصلابة .

٢٣٥ - مدخنة .

٢٣٦ - بطانة المدخنة .

٢٣٧ - مائع - سائل رقيق : السائل السهل الحركة ، عكس اللزج .

٢٣٨ - الميوعة - رقرة السوائل .

٢٣٩ - مساعد صهر : مادة يعمل وجودها على خفض درجة حرارة صهر الأجسام المختلطة بها .

٢٤٠ - رشوة .

٢٤١ - موريق : صفة لبنية ورقية كالليكا .

٢٤٢ - تكوين :

- ٢٤٣ — طين الفخار باللغة الصينية القديمة Fou .
- ٢٤٤ — مكسر — كسر : جزء غير منتظم الشكل من جسم .
- ٢٤٥ — مخروط حرارى فرنى .
- ٢٤٦ — مزجج : متجمد زجاجى من مصهور عدة مكونات .
- ٢٤٧ — عملية تجهيز المزجج .
- ٢٤٨ — جبل « باللغة الصينية القديمة Fu » .
- ٢٤٩ — فرن : مكان حرارى لتسوية المشغولات الطينية بالحرارة دون
الذهب .
- ٢٥٠ — مصهور .
- ٢٥١ — قابنية الصهر .
- ٢٥٢ — درجة الصهر : درجة الحرارة التى يبدأ عندها الجسم فى الصهر ،
وهى تختلف عن درجة الانصهار فى كونها غير ثابتة .
- ٢٥٣ — قلة .
- ٢٥٤ — هلام .
- ٢٥٥ — تهيل — هيلة .
- ٢٥٦ — تهذيب سطح الجسم : تنعيم وصقل سطح الجسم وإزالة ما به من
زوائد وعلامات وآثار بعد تزجيجه .

٢٥٧ — زجاج

٢٥٨ — بنية زجاجية .

٢٥٩ — تزجيج : طلاء زجاجي .

٢٦٠ — تريعة قيثاني ، زلزل .

٢٦١ — عملية التزجيج .

٢٦٢ — جنين بلوري كروي : شكل بلوري كروي دقيق لم تتخلق فيه الحالة البلورية بعد ، ولا يعطى اختبارات البورات الضوئية .

٢٦٣ — تعريف المصطلحات : قاموس المصطلحات .

٢٦٤ — النضج : عملية إنتاج طبقات التزجيج بالتسخين وتختلف العملية عن عمليات تسوية الأحجام الطينية في أن الأولى يحدث فيها انصهار المكونات واتحاد بعضها ببعض في عملية تشابك جزئي لتكوين طبقة زجاجية رقيقة جيدة الالتصاق بسطح الجسم .

٢٦٥ — حافظة نضج .

٢٦٦ — العدد الذهبي

٢٦٧ — مجوب^(١) : آلة حفر أو قطع على شكل أنريل مستدير الشفر .

٢٦٨ — حبة .

٢٦٩ — حبيبة .

(١) دأوس شريف

٢٧٠ — الزجاج الأخضر^(١) بلورات كبريتات الحديدوز .

٢٧١ — اللبن : أو الطوب الأخضر أو النيء وهو الطوب المصنوع من الطين بعد تجفيفه دون تسويته ، ويستعمل في البناء .

٢٧٢ — حجر الحصباء : المواد الخشنة .

٢٧٣ — التشكيل باليد .

٢٧٤ — برام : وعاء خزف أسطوانى ارتفاعه أطول من قطره له يدان ملتصقتان . مطلى بطبقة ترجييج من الداخل يستعمل في الطبخ .

٢٧٥ — صلد : عكس طرى وهى صفة مقاومة الاحتكاك والחדش .

٢٧٦ — تسوية زخارف تحت الترجييج .

٢٧٧ — صلادة .

٢٧٨ — مجمرة^(٢) : موضع يوقد فيه الفحم .

٢٧٩ — طبقتا هلهولتز .

٢٨٠ — غير متجانس .

(١) رسائل جابر بن حيان .

(٢) نشرة مجمع اللغة العربية ، لجنة الهندسة الميكانيكية ، دورات المؤتمر ٢٣/٢٥ .

٢٨١ — نظام بلورى سداسى : بلورات ذات أربعة محاور ، ثلاثة منها
فى مستوى واحد بزوايا وأطوال متساوية والرابع عمودى عليها عند تقاطعها .
٢٨٢ — تجفيف كهربى : تجفيف الأجسام بواسطة ما يتولد من حرارة
عند مرور تيار كهربى عالى الضغط فيها .

٢٨٣ — اختبار تأثير الثقل فى درجات الحرارة العالية .

٢٨٤ — طوب أجوف .

٢٨٥ — مشغولات جوفاء .

٢٨٦ — متجانس : متماثل التكوين .

٢٨٧ — قدرة حصان ميكانيكى .

٢٨٨ — رطوبة .

٢٨٩ — تجفيف رطب .

٢٩٠ — دبال : تربة غنية بالنبات العفن .

٢٩١ — أسمنت مائى .

٢٩٢ — هلام مائى .

٢٩٣ — تركيز أيون الأيدروجين : مقدار أيونات الأيدروجين بالمليجرام
فى لتر من سائل .

٢٩٤ — تميؤ : اتحاد أيونات الماء بشقى ملح أو أستر لتكوين حامض
وأيدروكسيد .

٢٩٥ — ميال للماء .

- ٢٩٦ — نافر من الماء .
- ٢٩٧ — أيدروكينون .
- ٢٩٨ — محلول غروي مائي .
- ٢٩٩ — معادن سيليكات الألومنيوم المائية غير المتبلورة .
- ٣٠٠ — قطع زائد : منحنى هندسى .
- ٣٠١ — صخر نارى ^(١) : صخر يتجمد من مصهور المعادن مثل الجرانيت .
- ٣٠٢ — اشتعال ^(٢) : عملية بدء الاحتراق .
- ٣٠٣ — مرحلة التعليل ^(٣) : التدرج البطيء فى تغذية القمين أو الفرن بالوقود عند بدء إشعاله، وفى مرحلة خروج الماء أولى مراحل تسوية الأجسام الطينية . يستعمل وقود البوص أو الحطب عادة .
- ٣٠٤ — أصم : غير مسامى .
- ٣٠٥ — غير متوافق : عديم التوافق .
- ٣٠٦ — راسب قشرى .

(١) حسن صادق : الجيولوجيا ٣٨ : ١٩٢٩

(٢) نشرة مجمع اللغة العربية ، لجنة الهندسة الميكانيكية ، دورات المؤتمر ٢٣/٢٥

(٣) المصدر : الحزف والأشغال اليدوية ، ١٩٤٩ .

٣٠٧ — كشف: فهرس هجائي .

٣٠٨ — معامل : مقدار عددي يدل على كمية خاصة من الخواص .

٣٠٩ — صناعي : إنتاج بشري مصنوع أو مخلق .

٣١٠ — تخفيف بالأشعة تحت الحمراء .

٣١١ — منتجات عازلة .

٣١٢ — مجفف دوري : مجفف يعمل في أوقات غير مستمرة .

٣١٣ — فرن دوري .

٣١٤ — قين دوري .

٣١٥ — غير متغير .

٣١٦ — انقلاب .

٣١٧ — بحث : دراسة دقيقة للتوصل إلى حقيقة أمر غير معروف

٣١٨ — ألوان قزحية .

٣١٩ — نقطة التعادل الكهربى : الدرجة التى تتعادل عندها الشحنات

الكهرية فى محلول غروى ، وتكون الدقائق عندها على وشك الركود عند

أقل زيادة فى مقدار الشحنة المضادة لها ، أو يتغير بعدها نوع شحنة الدقائق .

وتقدر هذه النقطة بالرقم الأيدروجينى .

٣٢٠ — التشابه البلورى : تطابق عدد من المواد فى عدد ذرات جزيئاتها

وحالة اتحادها وشكل بلوراتها .

٣٢١ — صينى يابانى .

٣٢٢ — الجاسبر أو اليشب الصيني : نوع من الخزف الحجري يحتوى على كبريتات و كربونات الباريوم والفاسبار، وملون بأ كاسيد فلزية مختلفة. إنتاج عائلة ودود منذ عام ١٧٧٦ .

وقد أنتج الفاطميون في مصر قبل ذلك التاريخ نوعاً من نفس بنية الخزف السابق أسموه البلزهر، كان يستعمل في صناعة أوعية الشراب عندهم .

٢٢٣ — التشكيل بالسادف ^(١) :

٣٢٤ — جول : وحدة عملية من وحدات الشغل تساوى عشرة مليون إرج .

٣٢٥ — جورنال : نوع من الدوريات .

٣٢٦ — كاولينات : طين أولى ، طين غير منقول أو متبق .

٣٢٧ — عملية الكولنة .

٣٢٨ — خزف .

٣٢٩ — كيراموس : الاسم الإغريقى القديم للخزف .

٣٣٠ — قين ^(٢) : مكان حرارى للتسوية باللهب المباشر .

٣٣١ — أدوات الرص : أجسام مختلفة الأشكال مصنوعة من مواد

(١) من وضع الصدر .

(٢) الصدر : الخزف والأشغال اليدوية ، ١٩٤٩ .

حرارية تستعمل في رص الأجسام الطينية عند تسويتها والأجسام الخزفية عند
نضج ترجيحها ، لغرض فصلها بعضها عن البعض وعن جدران الفرن أو القمين

٣٣٢ — أوعية الطبخ .

٣٣٣ — طين (Lt) Kli .

٣٣٤ — طين Kleben (Gr)

٣٣٥ — عملية لتزنة .

٣٣٦ — عملية الطحن الرطب : عملية تنعيم المواد الصلبة بعد ترطيبها في
سائل لا تذوب فيه .

٣٣٧ — جير .

٣٣٨ — منحنى السيولة .

٣٣٩ — ليشارج ؛ المرتك الذهبي^(١) : نوع من أول أكسيد الرصاص .

٣٤٠ — ليتيا : أكسيد الليثيوم .

٣٤١ — ليثو ، ليثوجراف .

٣٤٢ — عملية استخلاص مائي .

عملية فصل المواد القابلة للذوبان عن غيرها بإذابتها .

٣٤٣ — اختبار تأثير الثقل ، أو اختبار الحمل : اختبار يجرى لقياس قدرة
احتمال الجسم الخزفي لثقل واقع عليه ، كما في مواد البناء الخزفية ، كالطوب .

(١) رسائل جابر بن حيان .

- ٣٤٤ — طينة السباكة ، طينة الأبلينز^(١) .
- ٣٤٥ — لويس - كتيب طينى .
- ٣٤٦ — جنين بلورى مستطيل .
- ٣٤٧ — بريق ، امان : مقدار الضوء الأبيض الصادر من سطح جسم .
- ٣٤٨ — مبال للسوائل .
- ٣٤٩ — نافر من السوائل .
- ٣٥٠ — مجلة : من الدوريات .
- ٣٥١ — حجم .
- ٣٥٢ — ماغنيسيا^(٢) أكسيد الماغنيسيوم .
- ٣٥٣ — ميورقة .
- ٣٥٤ — محفف دائر : محفف عمودى مستمر ، يستعمل فى تجفيف الأجسام الطينية وطبقات عجائن التزجيج على أجسام القديد .
- ٣٥٥ — مرقشينا^(٣) نوع من كبريتيد الحديد الطبيعى .
- ٣٥٦ — جنين بلورى متلألئ .

(١) رسائل جابر بن حيان .

(٢) قاموس شرف .

(٣) رسائل جابر بن حيان .

- ٣٥٧ — ما سيكوت : نوع من أول أكسيد الرصاص .
- ٣٥٨ — تزجيج طاقى ، مط .
- ٣٥٩ — تحليل ميكانيكى .
- ٣٦٠ — المكافئ الميكانيكى الحرارى : مقدار الشغل الناتج عن وحدة حرارية . ويساوى ١٨٢ ر ٤ جول لكل سعر صغير .
- ٣٦١ — مصهور : ناتج من عملية انصهار .
- ٣٦٢ — وزن المصهور : وزن الخلطة بعد صهرها .
- ٣٦٣ — الانصهار : تحول المادة من الحالة الصلبة إلى الحالة السائلة فى درجة حرارة معينة .
- ٣٦٤ — درجة الانصهار .
- ٣٦٥ — مذكرة : من الدوريات .
- ٣٦٦ — تبريق فلزى : أسلوب فى التزجيج الفنى يكتسب فيه سطح طبقة التزجيج لمعانا فلزيا نتيجة تكون فلز من نحاس أو فضة .
- ٣٦٧ — تحول جيولوجى .
- ٣٦٨ — بلورة ميكروسكوبية .
- ٣٦٩ — جنين بلورى : جسم دقيق تتميز فيه الخواص البلورية ، وهو أدق من البلورة الميكروسكوبية .
- ٣٧٠ — ميكرون : دقائق كبيرة تتراوح أبعادها بين الميكرون وعشره .

- ٣٧١ — ميكرون (م .) : جزء من ألف من المليمتر .
- ٣٧٢ : العصور الوسطى .
- ٣٧٣ — مترد ، لبانة .
- ٣٧٤ — ملليمكرون (م .م) : جزء من مليون من المليمتر .
- ٣٧٥ — معدن^(١) : مادة طبيعية متجانسة مثل الجبس والطلق .
- ٣٧٦ — سلقون : رابع أكسيد الرصاص ، أكسيد الرصاص الأحمر .
- ٣٧٧ — دقيقة : جسيم يتراوح بعده بين أقل من ميكرون إلى ملليمكرون .
- ٣٧٨ — ضباب : دقائق سائلة منتشرة في وسط غازي ، من الحالات الغروية .
- ٣٧٩ — قابلية الحركة .
- ٣٨٠ — مقياس خواص .
- ٣٨١ — رطوبة .
- ٣٨٢ — جذب جزيئي .
- ٣٨٣ — نظام بلوري أحادي الميل : فيه توجد ثلاثة محاور للبلورة ، اثنان منهما متعامدان ، والثالث مائل على مستواهما .
- ٣٨٤ — ممسك : مادة لازقة مثل أيدروكسيد الألومنيوم تدمص الأصباغ من محاليلها وتحفظها . توضع على الأقمشة والأسطح غير القابلة للتلوين المباشر عند تلوينها .

(١) حـن صادق : الجيولوجيا ، ١٢ ، ١٩٢٩

٣٨٥ — ملاط (مونة) .

٣٨٦ — مزوق (موزايكو) فيفساء .

٣٨٧ — قابلية التشكيل : باليد أو بالقالب .

٣٨٨ — صندوق — صناعة القالب^(١) . وهو الريزق وجمعها ريازق (عامية)
إطار من الحديد أو الخشب ذو أربع حواف تصب فيه عجينة المصيص أو
يدك فيه الرمل توطئة لتشغيل القوالب بداخله .

٣٨٩ — وحل : بفتحين ، أو فتح الواو وسكون الحاء وهذا رديء ،
عجينة الطين الزلقة .

٣٩٠ — فرن مستور : فرن تسخن داخله الأجسام بمعزل عن اللهب والهواء .

٣٩١ — أكسيد متعادل : تعبير يستعمله الخزافون للدلالة على الأكاسيد
المتردة الثلاثية التكافؤ مثل الألومينا وأكسيد البور وأكسيد الحديد .

٣٩٢ — منشورانيكول : منشوران من الزجاج الضوئي يستعملان لتحليل
وتركيب الضوء في الميكروسكوب البتروجرافي .

٣٩٣ — نظر^(٢) : نترات الصوديوم .

٣٩٤ — مانع صهر .

(١) نشرة مجمع اللغة العربية ، لجنة الهندسة الميكانيكية دورات المؤتمر ٢٣/٢٥ .

(٢) من رسائل جابر بن حيان .

- ٣٩٥ — غير لازب .
- ٣٩٦ — غير مسامى ، أصم .
- ٣٩٧ — نظام نقص .
- ٣٩٨ — هواء محبوس .
- ٣٩٩ — الرائحة
- ٤٠٠ — يدوى .
- ٤٠١ — أبيض مغبر .
- ٤٠٢ — زخرفة فوق الزجاج .
- ٤٠٣ — مادة عتامة .
- ٤٠٤ — معتم .
- ٤٠٥ — مادة مفتحة : مادة خشنة تضاف إلى عجائن الطين لتسهيل تجفيف أجسامها وخفض انكماشها .
- ٤٠٦ — زجاج ضوئى
- ٤٠٧ — سالب الضوئية : خاصة ضوئية تستخدم عند فحص المعادن بتروجرافيا ، كما فى الأورثوكليز .
- ٤٠٨ — موجب الضوئية كما فى الألييت .
- ٤٠٩ — خام : مادة أولية طبيعية .

٤١٠ — نظام بلورى معينى : بلورات ذات ثلاثة محاور متعامدة مختلفة الأطوال .

٤١١ — منحروط حرارى : لأورتون (المنحروط الحرارى الأمريكى) .

٤١٢ — موقد : مكان حرق الوقود فى القماين والأفران .

٤١٣ — مرحلة الأكدة .

٤١٤ — عملية التعبئة : عملية إعداد المنتجات وحزمها للنقل والتصدير .

٤١٥ — دهان .

٤١٦ — رسالة : كتيب من صفحات قليلة ، أو عدد قليل من صفحات

مطبوعة غير مجلدة تحتوى على بحث صغير أو معلومات عن موضوع ، ليست دورية .

٤١٧ — نشرة : من الدوريات .

٤١٨ — جسيم .

٤١٩ — وزن إجمالى : مجموع الأوزان .

٤٢٠ — تسجيل : تقييد الجديد من البحوث والاختراعات الفردية فى دفاتر

رسمية تحت أرقام وتواريخ معينة لضمان حق صاحبها .

٤٢١ — طوب الرصف .

٤٢٢ — علم التربة .

٤٢٣ — قابلية النفاذ : قدرة اختراق جسم لآخر .

٤٢٤ — حصوة ، زلطة^(١) : وتجمع على حصى وزلط ، وهي ما تراوح أبعادها بين عشرة سنتيمترات و ٢٥ من المليمترات .

٤٢٥ — عملية التجزئة إلى دقائق بيتنة^(٢)

٤٢٦ — مرحلة : فترة يجرى فيها عملية من العمليات .

٤٢٧ — دورية : نوع من المطبوعات العلمية يصدر في فترات منتظمة .

٤٢٨ — فرن دورى .

٤٢٩ — قابلية الرشح .

٤٣٠ — غشاء منفذ .

٤٣١ — قاعدة توازن الوسط : قاعدة حسابية استخلصها جيبس ١٨٧٦ لتربط بين عوامل التغير من ضغط ودرجات حرارة وحجم أو تركيز في الحالات الطبيعية الثلاث لمكونات وسط في حالة استقرار .

٤٣٢ — دبوس رص .

التفسر :

إضاءة المادة إذا احتك بعضها ببعض ، أو إذا وضعت في مكان مظلم مثل معدن الكوارتز ومعدن الفاسبار . وهي مشتقة من إضاءة عنصر الفوسفور الأصفر ، لكنها غير مرتبطة به في التركيب ، وهي خاصة بميزة لبعض المواد .

٤٣٣ — الرقم الأيدروجينى : مقدار مقلوب اللوغاريتم للأساس عشرة لتركيز أيون الأيدروجين في مادة . ويتراوح الرقم ما بين ١ — ١٤ . وهو

(١) حسن صادق : الجيولوجيا ، ٦٣ ، ١٩٢٩ .

(٢) قاموس شرف .

عدد يستدل منه على حموضة أو قلوية مادة ، فالأولى يكون رقمها أقل من ٧ والثانية يكون رقمها أكثر من ٧ ، أما الرقم الأيدروجيني ٧ فيدل على تعادل الوسط .

٤٣٤ — ملون : مادة تلوين ثابتة لا تقبل الذوبان تستعمل في تلوين أنواع الدهان .

٤٣٥ — ماسورة : مشغول أسطوانى أجوف ذو مقطع كبير .

٤٣٦ — مادة خشنة .

٤٣٧ — خابية ، أبريق . تجمع على خوابى : وعاء لحمل السوائل ضيق الفوهة مع اتساع فى الداخل .

٤٣٨ أصص الزرع .

٤٣٩ — مصيص .

٤٤٠ — عجينة باريس : مصيص سقى كذلك لأن أول تحضيره كان من تكليس جبس جبل مورتار بالقرب من مدينة باريس .

٤٤١ — شك المصيص : التجمد السريع لعجينة المصيص .

٤٤٢ — لازب :

٤٤٣ — يلاستيسين : عجينة طينية غير قابلة للجفاف ، تشتهر فى التجارة باسم الصلصال تشكون من عجن الطين بمخلوط من الماء والجلسرين .

٤٤٤ — مقياس اللازبية .

٤٤٥ — خاصة اللازمية : أو اللزوية أو اللزب .

٤٤٦ — رقم اللازمية .

٤٤٧ — صحن .

٤٤٨ — تفاعل المواد المتطايرة .

٤٤٩ — متعدد : يوصف به مركب يحتوى على عدد من الشقوق الحامضة أو القاعدية أكثر من الطبيعي له .

٤٥٠ — عملية التثابك الجزيئى أو البلمرة : عملية كيميائية تتصل فيها الجزيئات الصغيرة لتكوين جزيئات كبيرة تحت ظروف من الحرارة والعوامل المساعدة، ويصحب العملية زيادة فى صلادة الجسم وتماسكه . تحدث العملية كثيراً فى الطبيعة بين المواد العضوية، كما فى تكوين الراتنجات والسكريات، وبين المركبات السيليسية فى تكوين معادنها . وتستخدم العملية صناعياً فى تخليق كثير من المواد الهامة . كما تحدث فى أثناء نضج مركبات التزجيج .

٤٥١ — البورسيلان : خزف عديم المسام أبيض ذو شفاقية جزيئية وبنية زجاجية ، كثيف يستعمل فيه الفلسبار مساعد صهر ، لامتياز طبقات تزجيجه عن سطح جسمه ، له رنين وصلادة عالية ، يقاوم فعل الكيماويات .

٤٥٢ — مسام .

٤٥٣ — خزف مسامى .

٤٥٤ — أسمنت بورتلاند .

٤٥٥ — قدر .

٤٥٦ — فخراى : صانع الفخار .

٤٥٧ — ربو الخزافين : حساسية تفتاب بعض عمال الخزف من ذوى الحساسية نحو أنواع من التراب عندما يستنشقونه فى جو الطحن الجاف مثلا ، بسبب لهم عدم انتظام عمل الرئة ، وتظهر الأعراض كسعال شديد .

٤٥٨ — سل الخزافين : مرض رئوى يصيب من يتعرض لاستنشاق جسيمات حادة بصفة مستمرة ، إذ تعمل هذه الجسيمات على تهتك أنسجة الرئة مما يعرضها للإصابة بميكروب السل .

٤٥٩ — فخار : خزف مسامى طرى خفيف معتم ، يسوى فى درجات حرارة منخفضة .

٤٦٠ — صناعة الفخار .

٤٦١ — فاخورة : تجمع على فواخير ، مصنع الفخار .

٤٦٢ — تأثير بويليت : ارتفاع درجة الحرارة عند ادمصاص سطح الأجسام الصلبة للسوائل .

٤٦٣ — رسيب : عملية هبوط الأجسام الصلبة فى القاع تحت تأثير الجاذبية الأرضية . وترسب دقائق المحاليل الغروية إلى القاع إما على هيئة ركود يمكنها من العودة ثانية إلى الانتشار وإما على هيئة تجلط فاقدة خاصتها الغروية .

٤٦٤ — التشكيل بالكبس .

٤٦٥ — كاولينات : طين أولى ، طين متبقى .

٤٦٦ — منشور : شكل من تشكيل الحزف ، متساوى الأحرف ذو مقطع ثلاثى أو رباعى أو خماسى متعدد .

٤٦٧ — خطط : نوع من الدوريات .

٤٦٨ — غروى حافظ .

٤٦٩ — لدونة لازبية كاذبة .

٤٧٠ — قلابة ، مفرمة : آلة عججن الطين وتحويله إلى عجينة متجانسة لازبة تتكون من وعاء فى وسطه عمود مركب عليه سكاكين تقطع الطين وتفتته وتعيجه ثم تدفع العجينة إلى فوهة مسحوبة فى نهاية الآلة .

٤٧١ — دهس ، هرس .

٤٧٢ — مقياس الكثافة .

٤٧٣ — تفاعل كيميائى حرارى .

٤٧٤ — يرومتر : مقياس درجات الحرارة العالية .

٤٧٥ — مخروط حرارى : جسم هرمى ناقص ثلاثى القاعدة، ذو أبعاد معينة يتكون من خلطات طينية حرارية . يستعمل للدلالة على مسافة أو مدى حرارى يتفق مع رقم مسجل عليه ومع تكوينه ومعدل تسخينه . ويتبين ذلك المدى الحرارى من وقت ميل قمة المخروط إلى تمام التوائه .

٤٧٦ — لازبية حرارية : تكون حالة لازبة بالتسخين، كما في الزجاج وفي بعض مراحل التزجيج .

٤٧٧ — يروسكوب : جسم يعطى عند تسخينه دلالة حرارية خاصة به مثل المخاريط والحلقات الحرارية .

٤٧٨ — نقطة رباعية .

٤٧٩ — زجاج الكوارتز .

٤٨٠ — جير حى .

٤٨١ — نقطة خماسية .

٤٨٢ — تحليل استنتاجى .

٤٨٣ — مواد أولية : مواد الصناعة طبيعية كانت أو صناعية .

٤٨٤ — وزن المواد الأولية .

٤٨٥ — معامل الانكسار : المقدار الحسابى الدال على انكسار شعاع الضوء عند مروره فى وسطين شفافين مختلفى الكثافة .

٤٨٦ — أسمنت حرارى .

٤٨٧ — منتجات حرارية ، حراريات : منتجات خزفية تصنع من مواد عالية فى درجات تحولها إلى سوائل ، تستعمل فى الأعمال المتعلقة بدرجات الحرارة المرتفعة .

٤٨٨ — كاولينات ، طين أولى ، طين متبقّ .

٤٨٩ — معطل .

٤٩٠ — فرن عاكس : فرن تسخن فيه المواد بالحرارة المنعكسة من قبوه .

٤٩١ — الفاحص^(١) : من الدوريات .

٤٩٢ — يابس : صفة لعجينة تجهز بأقل كمية من الماء وهي صعبة التشكيل .

٤٩٣ — ط أ : قانون عام للأكاسيد القاعدية في الخزف ، وتشمل أكاسيد الفلزات الأحادية والثنائية التكافؤ مثل الليثيا والصودا والجير والباريا ، والمغنيسيا .

٤٩٤ — ط ٢ ا : قانون عام للأكاسيد المتعادلة في الخزف وهي الأكاسيد المعروفة كيميائياً بالأكاسيد المترددة وهي أكاسيد الفلزات الثلاثية التكافؤ وذلك مثل الألومينا والحديدك وأكسيد البور .

٤٩٥ — ط ا : قانون عام للأكاسيد الحامضة في الخزف ، وهي أكاسيد العناصر الرباعية التكافؤ مثل السيليكا والتيتانيا .

٤٩٦ — أسمنت روماني .

(١) قاموس حيشي ، فرنسي عربي .

٤٩٧ — دولاب تشكيل : قرصة تلف حول نفسها بطريق من طرق الإدارة
حيث يمكن تشكيل الأواني الأسطوانية عليها^(١) :

٤٩٨ — تهتك ، كسر .

٤٩٩ — سرج : من أدوات الرص .

٥٠٠ — حافظة تسوية .

٥٠١ — انحناء — التواء : الميل الكلى أو الجزئى نحو الأرض .

٥٠٢ — تزجيج ملهى أو التمليح .

٥٠٣ — أدوات صحية : أجسام خزفية تستعمل فى الأعمال الصحية
كالأحواض وفى دورات المياه .

٥٠٤ — لغة سانسكريتية : لغة هندية قديمة .

٥٠٥ — كهف « باللغة الصينية القديمة sbeg » .

٥٠٦ — جنين باورى ريشى .

٥٠٧ — ريم : طبقة ملحية تتكون على سطح الجسم الخزفى بعد تسويته
إذا ما احتوت العجينة على أملاح ذائبة مثل كبريتات الكالسيوم .

٥٠٨ — تفسير طبقة التزجيج : حالة انفصال طبقة التزجيج عن سطح
الجسم الخزفى عند ما يكون معامل التمدد الحرارى لمادة التزجيج أصغر من معامل
التمدد الحرارى لسطح الجسم الخزفى .

(١) المصدر : الخزف والأشغال اليدوية ١٩٤٩

٥٠٩ — طينات ، طين ثانوى ، طين منقول .

٥١٠ — مخروط ، سيجر : مخروط حرارى من صنع هيرمان سيجر .

٥١١ — صخور ذات كولة جزئية .

٥١٢ — تجلط ، شك . رسوب الدقائق متجمعة مع فقدتها لخايتها الغروية .

٥١٣ — شماعة رص .

٥١٤ — ماسورة مجارى .

٥١٥ — تشكيل .

٥١٦ — انكماش .

٥١٧ — سيليكات : ثانى أكسيد السيليكون .

٥١٨ — سيليكون : وهو غير العنصر ، يطلق فى الصناعات الخزفية على أول أكسيد السيليكون ، وهو مسحوق بلورى رمادى أو بنى يتكون من تحلل السيليكات فى درجات حرارة التسوية العالية .

٥١٩ — استراليكون : مركب يحل فيه عنصر السيليكون محل بعض أو كل ذرات عنصر الكربون فى جزئى أستر . ويستخدم المركب فى صناعة الحرارية وتمتاز مشغولات هذه المركبات بعدم انكماشها فى أثناء تجفيفها وتسويتها .

٥٢٠ — سيليكونات : أوراتنجات سيلكونية ، وهى نوع من الراتنجات أو المواد الدهنية الخلفة التى تحتوى على مجموعة (س ا) . وهى أكثر مقاومة للحرارة والكهرباء وفعل الكيماويات من الراتنجات الطبيعية .

٥٢١- سيليكوزيز : إصابة حادة في الرئة وخاصة لعمال المناجم والمشتغلين في جو مملوء بغبار السليكا ، كما هو الحال في بعض خطوات صناعة الخزف ويترتب على هذه الإصابات الإصابة بالأمراض الصدرية كالسل .

٥٢٢ - طمي ، غرين .

٥٢٣ - خبث : نفايات عمليات اختزال وصهر الفلزات .

٥٢٤ - جير مطلقاً .

٥٢٥ - إردواز .

٥٢٦ - عجينة رقيقة .

٥٢٧ - فلة ، كسرة مستطيلة .

٥٢٨ - مرحلة المحمول .

٥٢٩ - زلعة .

٥٣٠ - دخان : انتشار دقائق صلبة كربونية في وسط غازي ، من الحالات الغروية .

٥٣١ - طوب مدخن .

٥٣٢ - عملية التدخين : نوع من عمليات النضج في التزجيج الفني تجري في جو مختزل بواسطة مواد كربونية ، تختزل أكاسيد بعض الفلزات كأكسيد النحاس أو الفضة إلى فلزيهما لإنتاج تبريق فلزي .

٥٣٣ — حرارة التشريب : ارتفاع في درجة حرارة الأجسام المسواة يعد
انتهاء تسويتها وتوقف ارتفاع درجة حرارة القرب أو القمين . تنتج زيادة
الحرارة من التكثيف الجزئي للمواد المصهورة داخل الجسم ، وتعمل هذه الحرارة
على جودة إتمام التسوية .

٥٣٤ — مرحلة التشريب : فترة حرارة التشريب .

٥٣٥ — جمعية : مجموعة من الأفراد ذات هدف مشترك .

٥٣٦ — صيني طرى .

٥٣٧ — درجة الليونة : درجة الحرارة التي تبدأ عندها بعض أجسام
الخلطات ، تتحول من الحالة الصلبة تدريجياً إلى الحالة السائلة ، وتتم في مرحلة يتمدد
فيها الجسم ويطرى ثم يتحول إلى سائل شديد اللزوجة قبل أن ينصهر . وذلك
كما يحدث في السيليكا والزجاج عند تسخينها .

٥٣٨ — محلول غروي .

٥٣٩ — بنية صماء .

٥٤٠ — منحني الصلابة .

٥٤١ — أسمنت صورييل : أسمنت ماغنيسيومي .

٥٤٢ — تورم : انتفاخ سطح الجسم الخزفي .

٥٤٣ — ثقل نوعي ، أو وزن نوعي ، الشبه بين وزن حجم من جسم إلى
وزن نفس الحجم من أثناء النقي في درجة حرارة + ٤° م . وهو يساوي عدديا
الكثافة .

٥٤٤ — شظية ، كسرة .

٥٤٥ — عملية السفنجة : تنعيم سطح الجسم الطيني بإسفنجة مبتلة بالماء قبل تسويته .

٥٤٦ — بنية إسفنجية : بنية شديدة المسام .

٥٤٧ — رجل الديك : من أدوات الرص .

٥٤٨ — انحناء ، التواء .

٥٤٩ — رصة .

٥٥٠ — إسطمية : خاتم تشكيل بالسك .

٥٥١ — يابس .

٥٥٢ — حامل رص ثلاثى : أداة رص ذات ثلاث شعب .

٥٥٣ — خزف حجرى ، خزف زلطى .

٥٥٤ — مخدش : مسحوق خدش الجسم .

٥٥٥ — استرونشيا : أكسيد الاسترنشيوم .

٥٥٦ — طوب البناء .

٥٥٧ — مبنى — منشأة .

٥٥٨ — بنية : التكوين الداخلى أو الميكانيكى لجسم .

٥٥٩ — اشتكو : عجينة مصيصة مضاف عليها غراء .

- ٥٦٠ — موجات فوق السمعية .
- ٥٦١ — معامل سطحي .
- ٥٦٢ — توتر سطحي .
- ٥٦٣ — محلول معلق .
- ٥٦٤ — شب معلق : بين الغروي والمعلق .
- ٥٦٥ — . محلول معلق .
- ٥٦٦ — تخليق : صناعة مواد جديدة لا مثيل لها في الطبيعة .
- ٥٦٧ — خزف مخلق : وهو الجير والمصيصة والأسمت والزجاج .
- ٥٦٨ — أواني الطعام .
- ٥٦٩ — مسطح .
- ٥٧٠ — خزف (لغة صينية قديمة) Tao .
- ٥٧١ — طعم — مذاق : خاصة تميز بها بعض المواد عن طريق التذوق .
- ٥٧٢ — فنجان شاي .
- ٥٧٣ — أبريق الشاي .
- ٥٧٤ — تليين : التفتيت بالماء .
- ٥٧٥ — المتانة .
- ٥٧٦ — تنكال - تنكار : خام البوراكس (لفظ هندي) .

- ٥٧٧ — فخار أحمر .
- ٥٧٨ — نظام بلورى رباعى : بلورات ذات ثلاثة محاور متعامدة أحدها يختلف فى الطول عن الآخرين .
- ٥٧٩ — يقينية : نظرية لا ريب فيها مثل يقينية « كرنوت » فى الآلات الحرارية العكسية .
- ٥٨٠ — خلية حرارية .
- ٥٨١ — كعب رص : من أدوات الرص .
- ٥٨٢ — تقويم : تعديل قوام سائل .
- ٥٨٣ — ثوريا : أكسيد الثوريوم .
- ٥٨٤ — تشكيل على الدولاب اليدوى .
- ٥٨٥ — تربية : مشغول خزفى رقيق مسطح ذو شكل رباعى غالباً ، وقد يكون مقوساً .
- ٥٨٦ — ركام : رواسب التلججات .
- ٥٨٧ — تيتانيا : أكسيد التيتان .
- ٥٨٨ — أداة : ^(١) وسيلة ميكانيكية لأداء عمل ماغير نقل الطاقة أو تحويلها، مثل أدوات الرص وأدوات التشكيل وأجهزة القياس .

(١) نشرة مجمع اللغة العربية ، لجنة الهندسة الميكانيكية ودورات المؤتمر ٢٣/٢٥ .

- ٥٨٩ — ملمس : خاصة مميزة عن طريق حاسة اللمس .
- ٥٩٠ — تنعيم بالفرشاة : عملية تنعيم سطح الأجسام بعد تجفيفها على فرشاة .
- ٥٩١ — تطورات : من الدوريات .
- ٥٩٢ — شفافية جزئية .
- ٥٩٣ — شفيف — شفاف .
- ٥٩٤ — طين ثانوى ، طين منقول — طينات .
- ٥٩٥ — جنين بلورى شعري .
- ٥٩٦ — نظام بلورى ثلاثى الميل : بلورات ذات ثلاثة محاور غير متعامدة .
- ٥٩٧ — ثقل نوعى حقيقى .
- ٥٩٨ — ماجور — قصعة .
- ٥٩٩ — أنجر .
- ٦٠٠ — أنبوبة : جسم أسطوانى أجوف صغير المقطع .
- ٦٠١ — نفق تجفيف .
- ٦٠٢ — نفق تسوية .
- ٦٠٣ — تشكيل بالخرط .
- ٦٠٤ — توأمية البلورات^(١) . نمو البلورات نمواً متداخلاً .

(١) حسن صادق : الجيولوجيا ، ١٩٢٩ .

- ٦٠٥ — مخروط تئدال الضوئى .
- ٦٠٦ — تأثير تئدال : ظاهرة تشتت الضوء عند مروره فى محلول غروى
نتيجة لانتشار الدقائق .
- ٦٠٧ — تحليل كيميائى .
- ٦٠٨ — ترشيح تحت ضغط عال .
- ٦٠٩ — التراميكروسكوب : ميكروسكوب صممه « زيجموندى » لتتبع
حركة الدقائق التى لا ترى بالميكروسكوبات العادية .
- ٦١٠ — زخرفة تحت التزجيج .
- ٦١١ — أحدى المحور الضوئى : بلورات تتخذ فيها الأشعة
الضوئية مساراً ضوئياً رئيسياً واحداً ، وذلك فى بلورات النظامين الرباعى
والسداسى^(١) .
- ٦١٢ — نظام أو وسط أحدى التغير .
- ٦١٣ — قمين لفح صاعد .
- ٦١٤ — بحر : تحول سائل إلى بخار تلقائياً .
- ٦١٥ — غشاء حافظ : طبقة تحفظ اللون من السقوط وتقى ما تحته .
- ٦١٦ — حلقة فيريتاس الحرارية .

(١) دانا : علم المعادن : ٢٧٧ ، ١٩٣٢ .

٦١٧ — مقابل — قرين : الفرق بين حالتين أو المقارنة بينهما .

٦١٨ — بنية حويصلية : بنية دقيقة المسام .

٦١٩ — مقياس الزوجة .

٦٢٠ — الزوجة .

٦٢١ — قترىوسيل — زجاج الكوارتز .

٦٢٢ — زجاجى .

٦٢٣ — صينى زجاجى : نوع من الفخار الأبيض الكثيف ، يستعمل فى

صناعة الأدوات الصحية .

٤٢٤ — عملية تجهيز جسم زجاجى البنية ، تزجج .

٦٢٥ — رماد بركانى ^(١) : صخر مكون من دقائق مفككة أو متماسكة

من الطفح البركانى ، قريباً أو بعيداً عن البركان ، حمل بواسطة الماء أو الرياح .

والصخر نقيجة تفتت وتحلل المواد المصهورة المنبعثة من أفواه البراكين

بالانفجارات الناشئة من خروج الغازات المحبوسة فيها .

٦٢٦ مقياس الحجم .

٦٢٧ — معجون طين حرارى : عجينة لازبة من طين حرارى تسد بها

الفتحات الموجودة فى الأماكن الحرارية كالتأين والحوافظ لغرض الترميم حتى

(١) حسن صادق : الجيولوجيا ، ٤٤ ، ١٩٢٩ .

يمنع تسرب الدخان إلى المشغولات داخلها في أثناء التسوية أو العمليات الحرارية الأخرى .

٦٢٨ — تشويه .

٦٢٩ — زجاج مائي .

٦٣٠ — منتجات ، أواني : مشغولات ذات الصنف الواحد ، مثل منتجات الصيني وأواني الطعام .

٦٣١ — تعرية جوية .

٦٣٢ — جرة - زير .

٦٣٣ — ملوب : جسم مبسط سميك من أحد طرفيه مسحوب إلى طرف حاد .

٦٣٤ — أسمنت أبيض .

٦٣٥ — نثار أبيض .

٦٣٦ — الزجاج الأبيض^(١) بلورات كبريتات الخارصين .

٦٣٧ — مادة تبيض : مثل مسحوق كربونات الكالسيوم المترسبة أو الطباشير ، تضاف للخلطات لغرض تبيض الناتج .

٦٣٨ — زجاج التوافذ .

(١) رسائل جابر بن حيان .

- ٦٣٩ — غنم « لغة صينية قديمة » yang .
- ٦٤٠ — قين تسوية الفخار : باللغة للصينية القديمة yao .
- ٦٤١ — نأنج .
- ٦٤٢ — درجة الإيهك .
- ٦٤٣ — إيهك .
- ٦٤٤ — زركونيا : أكسيد الزركونيوم .
- ٦٤٥ — طوب الزركونيا .
- ٦٤٦ — منطقة حدود مكان ذو ظروف وخواص .

مكتبة الخزف

أولا : الكتب

- (١) إدينجز : التقسيم الكمي للصخور النارية .
- (٢) إدينجز : الصخور النارية .
- (٣) الصدر ، س . ح : الخزف .
- (٤) الصدر ، س . ح . : الخزف والأشغال اليدوية ، ١٩٤٩ .
- (٥) الصدر ، س . ح : مدينة الفخار ، دار المعارف بمصر — ٥ شارع
ماسبيرو — القاهرة ج . ع . م . ١٩٦٠ .
- (٦) ألكسندر ، جيروم : الكيمياء الغروية .
- (٧) أندروز : الاختبارات والعمليات الحسابية الخزفية .
- (٨) أورتون : مجموعة محاضرات .
- (٩) أوسوالد : الكيمياء الغروية .
- (١٠) إيتل : الكيمياء الطبيعية للسيليكات .
- (١١) إيرنست : مبادئ البترولوجيا الطبيعية .
- (١٢) أيوكين ولامر : مبادئ الكيمياء الطبيعية .

- (١٣) بالهورن وفوكه : زجاج يننا .
- (١٤) بانسكروفت : النظرية العامة للكيمياء الفروية التطبيقية .
- (١٥) بوري : الصناعات الخزفية .
- (١٦) بيرسون : الصخور ومعادنها .
- (١٧) بيرى : صناعة الزجاج .
- (١٨) بيرند ويرج : الكيمياء الجيولوجية .
- (١٩) توينهوفل : بحث فى الترسيب .
- (٢٠) تيريل . مبادئ البترولوجيا .
- (٢١) ثورب : قاموس فى الكيمياء التطبيقية .
- (٢٢) جامين تشونسون : الطبيعة ، الجزء الثالث .
- (٢٣) جونسون : رسالة فى لازية الطين .
- (٢٤) جوهانسن : الطرق البتروجرافية .
- (٢٥) جويرتلر : الكيمياء النظرية غير العضوية .
- (٢٦) جيفريز وآرتشر : علم الفلزات .
- (٢٧) حسن صادق : الجيولوجيا ، ١٩٢٩ .
- (٢٨) دالى : الصخور النارية وأصلها .
- (٢٩) دانا : علم المعادن .
- (٣٠) دف : الطبيعة .
- (٣١) ديفين وبلاكفورد : فن الفخار .

- (٣٢) رالف إيلر : الكيمياء الغروية للسليكا والسياميكات .
- (٣٣) رطلي : مبادئ علم المعادن .
- (٣٤) روزنتال : الفخار والخزف .
- (٣٥) ريز : الطين ، وجوده وخواصه واستعماله .
- (٣٦) سيجر : مجموعة رسائل في الخزف .
- (٣٧) سيرل : المواد الحرارية .
- (٣٨) فرويند اينخ : الكيمياء الشعرية .
- (٣٩) فيندلاي ، ا : قاعدة توازن الوسط وتطبيقاتها .
- (٤٠) فينلاي ج : مقدمة في دراسة الصخور النارية .
- (٤١) كلارك . تقدير أيونات الأيدروجين .
- (٤٢) كلارك : بيانات في الكيمياء الجيولوجية .
- (٤٣) كيني : صناعة الفخار .
- (٤٤) لانجنيك : كيمياء الفخار .
- (٤٥) لاوري وسجدون : الكيمياء الطبيعية .
- (٤٦) لفجوى : تخفيف المشغولات الطينية .
- (٤٧) لفجوى : الریم والزهر .
- (٤٨) ليث وميد : الجيولوجيا المتحولة .
- (٤٩) لين : الفخار الإغريقى .
- (٥٠) ماتسون : عمال الطين .

- (٥١) مارلو : صناعة الفخار وزخرفته .
(٥٢) ماكسويل : نظرية الحرارة .
(٥٣) ماك نامارا : كتاب الخزف .
(٥٤) ميريل : المعادن غير الفلزية .
(٥٥) ميللور : التحليل الكمي للمواد غير العضوية .
(٥٦) ميللور : تقدير الأملاح الذائبة في الطين ، صناعة الفخار .
(٥٧) ميللور : الكيمياء غير العضوية الحديثة .
(٥٨) نورتون : الخزف لفنان الفخار ، الطبعة الثانية ، ١٩٥٦ . الناشر
آديسون ويزلي .

- (٥٩) شاتشيك : طبيعة وكيمياء الغرويت
(٦٠) هاوث : كيمياء التباور في الخزف .
(٦١) هاوسر : علم السيليسيك .
(٦٢) هوفستاد : زجاج — بينا .
(٦٣) هوم : الخزف للفخراي .
(٦٤) هوينيكر : ما يحدث داخل القائن
(٦٥) هيوم ، و . ف : جيولوجية مصر ، وزارة المالية المصرية ، مصنعة
المساحة ، الطبعة الأميرية ، بولاق القاهرة ، ١٩٣٥ .
(٦٦) واشبيرن : مبادئ الكيمياء الطبيعية .
(٦٧) و شنتون . التحليل الكيميائي للصخور .

- (٦٨) وستون : عامل الطين في بريطانيا .
(٦٩) ويلسون : تكنولوجيا طين الخزف .
(٧٠) وينكلمان : زجاج بينا .

ثانيا : الدوريات

(١) البحوث :

(١) بحوث أعضاء معمل الجيولوجيا الطبيعية بمعهد « كارنيجي »
بواشنطن .

(٢) بحوث الجمعية الأمريكية لاختبار المواد .

(٣) بحوث جمعية الخزف الأمريكية .

(٤) بحوث المركز القومي للبحوث ، شارع التحرير ، الدقي ، الجيزة .

(٥) بحوث مصلحة المقاييس الأمريكية .

(٦) بحوث معمل أبحاث مواد البناء بمعهد لويس بولاية شيكاغو .

(٧) بحوث معمل الخزف بجامعة واشنطن .

(ب) تسجيلات :

(٨) تسجيلات ألمانية .

(٩) تسجيلات سبرخزال .

(١٠) تسجيلات الولايات المتحدة الأمريكية .

(ج) تطورات :

(١١) تطورات جمعية الخزف بمقاطعة « استافوردشير » الشمالية .

(١٢) تطورات جمعية الخزف الأمريكية .

(١٣) تطورات جمعية الخزف الإنجليزية .

(١٤) تطورات معهد هندسة المناجم الأمريكي .

(د) تقارير :

(١٥) تقرير أبحاث محطة التجارب الزراعية بجامعة ميسوري .

(١٦) تقرير أبحاث مصلحة المناجم بالولايات المتحدة الأمريكية .

(١٧) تقرير الاتحاد الأهلى لصناع الطوب ، لجنة الأبحاث الصناعية .

(١٨) تقرير البيدولوجيا الدولية .

(١٩) تقرير تويند سايتونج .

(٢٠) تقرير الجمعية الأمريكية لاختبار المواد ، لجنة الجير

(٢١) تقرير جمعية الطوب والطين

(٢٢) التقرير الجيولوجى .

(٢٣) تقرير كاتالوج شركة لييدز — نورثروب بفلاذ لفا .

(٢٤) تقرير محطة التجارب الهندسية بكلية « إيوأ »

(٢٥) تقرير مصلحة المساحة الجيولوجية بالولايات المتحدة الأمريكية .

(٢٦) تقرير مصلحة المساحة الجيولوجية بولاية « اللينوى » .

(٢٧) تقرير مصلحة المساحة الجيولوجية بولاية أوهيو .

(٢٨) تقرير مصلحة المساحة الجيولوجية بولاية « إيوأ » .

(٢٩) تقرير مصلحة المساحة الجيولوجية بولاية « جورجيا » .

(٣٠) تقرير مصلحة المساحة الجيولوجية بولاية « فرجينيا الغربية » .

(٣١) تقرير مصلحة المساحة الجيولوجية بولاية « ويسكونسن » .

(٣٢) تقرير مصلحة التربة الأمريكية .

(٣٣) تقرير مصلحة الكيمياء الأمريكية .

(هـ) جداول :

(٣٤) جداول سمثونيان .

(و) جرائد علمية :

(٣٥) جورنال الأكاديمية العلمية بواشنطن .

(٣٦) جورنال التجارة الكيميائية .

(٣٧) جورنال جمعية تكنولوجيا الزجاج .

(٣٨) جورنال جمعية الخرز الأمريكية .

(٣٩) جورنال جمعية الخرز الإنجليزية .

(٤٠) جورنال الجمعية الكيميائية الأمريكية .

(٤١) جورنال الجيولوجيا .

(٤٢) الجورنال العلمى الأمريكى .

(٤٣) جورنال هندسة الكيمياء الصناعية .

(ز) خطط :

(٤٤) خطط الجمعية الأمريكية لاختبار المواد .

(ح) رسالات :

(٤٥) رسالة العلم ، تصدرها جمعية خريجي كليات العلوم بالجمهورية ،

(٣٣) شارع عبد الخالق ثروت، القاهرة .

(ط) الفاحص :

(٤٦) الفاحص لتجارة الزجاج ، ومجلة الفخار .

(٤٧) الفاحص العالمى للمناجم .

(ى) كتب دورية :

(٤٨) كتاب الجمعية الأمريكية لاختبار المواد ، أسمنت بورتلاند .

(٤٩) كتاب جمعية الخزف الأمريكية .

(٥٠) الكتاب السنوى للمجمع المصرى لثقافة العلمية ، مطبعة دار

الكتب المصرية ، القاهرة .

(٥١) كتاب شركة انطاط الكيمائية فى الكيمياء والطبيعة .

(ك) مجلات علمية :

(٥٢) مجلة بريشته .

(٥٣) مجلة جمعية الخزف الأمريكية .

(٥٤) مجلة جمعية الخزف الإنجليزية .

(٥٥) مجلة الجمعية الكيميائية الأمريكية .

(٥٦) مجلة الجيولوجيا .

(٥٧) مجلة الخزاف .

- (٥٨) مجلة شبرخزال .
- (٥٩) مجلة عصر الكيمياء بنيويورك .
- (٦٠) مجلة العلم .
- (٦١) مجلة فيلادلفيا .
- (٦٢) مجلة الفيلسوف .
- (٦٣) مجلة الكيمياء الكهربائية .
- (٦٤) مجلة المختار من الخزف الإنجليزية (طبعة ماوراء البحار) .
- (٦٥) مجلة المعدن الأمريكية .
- (٦٦) مجلة للمهندسين العسكريين ، يصدرها سلاح المهندسين بشركات
العباسية بالقاهرة .
- (٦٧) مجلة الهندسة الكيميائية للفلات .
- (ل) مذكرات :
- (٦٨) مذكرات الجمعية الجيولوجية البلجيكية .
- (م) نشرات :
- (٦٩) نشرة الجيولوجيا الاقتصادية .
- (٧٠) نشرة الصناعات الخزفية .
- (٧١) النشرة الصناعية لمصلحة المقاييس بالولايات المتحدة الأمريكية .
- (٧٢) النشرة الصناعية لمصلحة المناجم بالولايات المتحدة الأمريكية .

- (٧٣) النشرة العلمية بكمبريدج .
- (٧٤) نشرة محطة التجارب الهندسية بجامعة اللينوى .
- (٧٥) نشرة مصلحة المساحة الجيولوجية بالولايات المتحدة الأمريكية .
- فرع مصادر المعادن .
- (٧٦) نشرة مصلحة المقاييس بالولايات المتحدة الأمريكية (طبعة علمية) .
- (٧٧) نشرة مصلحة المناجم بولاية ميسورى .
- (٧٨) نشرة مصلحة المناجم والجيولوجيا بولاية « إيداهو » .
- (٧٩) نشرة المعهد الصناعى الأمريكى للحراريات .

فائمة أسماء المعادن والبخور

- | | |
|--------------------------|---------------------------|
| (١٦) جمست | (١) صخر ناري حامض |
| (١٧) حجر الأمازون | (٢) أدولاريا |
| (١٨) سيليكات غير متبلورة | (٣) طين هوائى |
| (١٩) أمفيبول | (٤) أجالما توليت |
| (٢٠) أناتيز | (٥) عقيق يمانى |
| (٢١) أنوكزيت | (٦) تربة زراعية |
| (٢٢) أندالوسيت | (٧) ألبيت |
| (٢٣) أنديزين | (٨) طين قلوى |
| (٢٤) أنيموزيت | (٩) فلسبار قلوى |
| (٢٥) أنهيدريت | (١٠) آلوفين |
| (٢٦) أنورثيت | (١١) طين نهرى ، غرين |
| (٢٧) أنورثوكليز | (١٢) كوارتز ألنى |
| (٢٨) أباتيت | (١٣) مواد حرارية ألومينية |
| (٢٩) أيليت | (١٤) طينة حرارية ألومينية |
| (٣٠) أراجونيت | (١٥) ألوشيت |
| (٣١) أرجنتيرا | |

(٤٨) بنتونيت	(٣٢) صخر طيني
(٤٩) زمرد — بيريل	(٣٣) أنورثيت صناعي (مصنوع)
(٥٠) كوارتز بائي	(٣٤) فاسبار صناعي
(٥١) طينة حرارية رابطة	أو مصنوع
(٥٢) بيوتيت	(٣٥) لوسيت صناعي أو مصنوع
(٥٣) طينة قارية	(٣٦) أورثوكيز صناعي أو
(٥٤) ميكا سوداء	مصنوع
(٥٥) معدن جون الأزرق	(٣٧) كوارتز صناعي أو مصنوع
(٥٦) كاولين بوهيميا	(٣٨) أسبستوس أو حرير
(٥٧) طينة كروية — طينة لاصقة	صخري
(٥٨) طين جلودى	(٣٩) أوجيت
(٥٩) اسبار بكنجام	(٤٠) باربياريت
(٦٠) بايتونيت	(٤١) باريت
(٦١) طينة جيرية	(٤٢) بازلت
(٦٢) مادة جيرية ماغنيسيمية	(٤٣) طين بازلتى
(٦٣) مادة جيرية	(٤٤) صخر نازى قاعدى
(٦٤) صخر جيرى	(٤٥) باتشيلوريت
(٦٥) عقيق أبيض	(٤٦) بوكسيت
	(٤٧) بيدليت

عقيق المياه العذبة - كاسيدونى	(٨١) كلوروبال
(٦٦) بوكسيت مكاس	(٨٢) كوندروديت
(٦٧) كالسيت	(٨٣) كريستوباليت
(٦٨) طينة كربونية	(٨٤) كروميت
(٦٩) كاولين كارلسباد	(٨٥) كريسوكولا
(٧٠) عقيق أحمر - كارنيليان	(٨٦) سيموليت
(٧١) كاولين كارونينا	(٨٧) طين
(٧٢) حجر القصدير	(٨٨) معدن طينى
كاسيتيريت .	(٨٩) حجر طينى
(٧٣) كاتلينيت	(٩٠) طين صابونى
(٧٤) عين القط	(٩١) طينيت
(٧٥) سلازيان	(٩٢) حجر خرسانة
(٧٦) كيموليت	(٩٣) كوليريت
(٧٧) طباشير	(٩٤) كاولين غير متبلور
(٧٨) شيرت	(٩٥) حجر كورنيش
(٧٩) طين صينى	(٩٦) حجر كورنول
(٨٠) كلوريت	(٩٧) كورند ^(١)

(١) دكتور أحمد زكى : الأحجار الكريمة ، الكتاب الثانى الخامس للمجمع المصرى
للتعاقبة العلمية ، ١١٣ .

(٩٨) كريوليت	(١١٢) طينة دياتومية —
(٩٩) كريستال (طبيعى)	كيسلجور .
كوارتز شفاف	(١١٣) ديوريت
(١٠٠) صخر بلورى	(١١٤) بورفير الديوريت
(١٠١) معدن سيليكات	(١١٥) دوليريت
الألومنيوم المتبلورة — معدن	(١١٦) دولوميت
شبه طينى	(١١٧) طين إبرنهان
(١٠٢) كاولين متبلور	(١١٨) الأباستر ، مصرى —
(١٠٣) معدن السيليكات	مرمر
المتبلورة	(١١٩) طين قدماء المصريين
(١٠٤) كريستوباليت	(١٢٠) إلبروسيت
(١٠٥) سيانيت كيانيت	(١٢١) طينة كروية إنجليزية
(١٠٦) داسيت	(١٢٢) كاولين إنجليزى —
(١٠٧) جرانيت متحلل	طين صينى
(١٠٨) كاولين ديلاوير	(١٢٣) إنستاتيت
(١٠٩) رمل صحراوى	(١٢٤) إبيدوت
(١١٠) دياسبور	(١٢٥) طفل أو طفل إسنا .
(١١١) ديكابت	(١٢٦) فاراشيپايت
	(١٢٧) فياليت

(۱۲۸) فلسیت	(۱۴۷) طینه مائه
(۱۲۹) فلسبار	(۱۴۸) جابرو
(۱۳۰) فلسبار	(۱۴۹) جالابکتیت
(۱۳۱) معادن الفلسبار	(۱۵۰) جانستر
(۱۳۲) صخور الفلسبار	(۱۵۱) مقیق — جانت
(۱۳۳) شبیه الفلسبار	(۱۵۲) طین جورجیا
(۱۳۴) آلوفین حیدی	(۱۵۳) کاولین جورجیا
(۱۳۵) طینه حیدیه	(۱۵۴) طینه کرویة المانیة
(۱۳۶) طین طبقات الفحم	(۱۵۵) جایسريت
(۱۳۷) زلط — صوان	(۱۵۶) جیبسیت
(۱۳۸) طین زلطي	(۱۵۷) طینه ثلجیة
(۱۳۹) طین حراری زلطي	(۱۵۸) نیس
(۱۴۰) کاولین زلطي	(۱۵۹) اسبار جوودفرای
(۱۴۱) طین فئوریدا	(۱۶۰) جرانیٹ
(۱۴۲) کاولین فلوریدا	(۱۶۱) جرانود یوریت
(۱۴۳) فلوریت — فلورسبار	(۱۶۲) جرافیت
(۱۴۴) فلورسبار	(۱۶۳) جیس
(۱۴۵) فورستیریت	
(۱۴۶) حجر طباشیری	

(١٦٤) هيماتيت — حبز الدم	(١٧٨) إنديانيت
(١٦٥) هولويسيت	(١٧٩) صخر ناري متداخل
(١٦٦) طينة عالية الخواص الحرارية	(١٨٣) إيونيت
(١٦٧) طين هيرتسو	(١٨١) بيديليت حديدى
(١٦٨) هورنبلند	(١٨٢) إيسوأورثوكليز
(١٦٩) حجر قرنى	(١٨٣) أيسوثوز
(١٧٠) هياليت	(١٨٤) حجر يابانى
(١٧١) هياوفين	(١٨٥) اليشب
(١٧٢) هيدروفين	(١٨٦) كاولين
(١٧٣) معادن سيليكات	(١٨٧) معادن الكاولين
الألومنيوم المائية غير المتبلورة — معادن الطينات .	(١٨٨) حجر الكاولين
(١٧٤) صخر نارى	(١٨٩) كاولينات
(١٧٥) كاولين اللينوى	(١٩٠) كاولينيت
(١٧٦) إيلمانيت	(١٩١) كيانيت
(١٧٧) الحجر السماقى الإمبراطورى	(١٩٢) كيسلجور
	(١٩٣) طينة كنتوكى الكروية
	(١٩٤) كيموليت

(٢١٠) ماجنيٽيت	(١٩٥) كوتشيت
(٢١١) ماجنيزيت	(١٩٦) لابراد وريت
(٢١٢) ملاخيت	(١٩٧) لاتيريت
(٢١٣) رخام	(١٩٨) طين لوترشيم
(٢١٤) مرقشينا ^(٢)	(١٩٩) لازوليت
(٢١٥) مارل — حجر طيني	(٢٠٠) طين صيني ليمور
جيزى	الإنجليزية
(٢١٦) مرمر — الأباستر مصرى	(٢٠١) لوسيت
(٢١٧) كاولين ميريلاند	(٢٠٢) ليفيرياريت
(٢١٨) طينة متوسطة الخواص	(٢٠٣) حجر جيزى
الحرارية	(٢٠٤) ليمونيت
(٢١٩) ميليت	(٢٠٥) طينة سباكة — طينة أبلير ^(١)
(٢٢٠) ميكا	(٢٠٦) كتيب طيني — لويس
(٢٢١) ميكا ديايز	(٢٠٧) لوكسوكليز
(٢٢٢) ديوريت ميكاى	(٢٠٨) طين لوتيان
(٢٢٣) ميكروكلين	(٢٠٩) طينة سهلة الانصهار

(١) قاموس شرف .

(٢) رسائل جابر بن حيان

(٢٢٤) كوارتز لينى	(٢٤٢) كاولين كارولينا الشمالية
(٢٢٥) حجر الأوبال، حجر لينى	(٢٤٣) حجر رملى نوبى
(٢٢٦) ميلوشيت	(٢٤٤) كاولين أو هيو
(٢٢٧) طين ميسورى	(٢٤٥) أوليجو كلز
(٢٢٨) مونازيت	(٢٤٦) أوليفين
(٢٢٩) موسكوفيت	(٢٤٧) أوبال
(٢٣٠) مونتمور يليونيت	(٢٤٨) أورثوكلز
(٢٣١) حجر القمر	(٢٤٩) رمل أوتاوة
(٢٣٢) موليت	(٢٥٠) اسبار أكسفورد
(٢٣٣) ناكريت	(٢٥١) باراجونيت
(٢٣٤) نظرون	(٢٥٢) بيجمائيت
(٢٣٥) نظرونيت	(٢٥٣) بيايكانيت
(٢٣٦) ساندين صود يرمى	(٢٥٤) حجر أقلام الإردواز
(٢٣٧) نيفيلين	(٢٥٥) حصوة — حصباء
(٢٣٨) نيفيليت	(٢٥٦) يروفسكيت
(٢٣٩) نيفيليت سيانيت	(٢٥٧) بيرثيت
(٢٤٠) طين نيوجرس الحرارى	(٢٥٨) فوليريت
(٢٤١) نيوتونيت	(٢٥٩) بلاجيوكليز
طمي النيل	

(۲۶۰) صخر ناری جوفی	(۲۷۷) استقیاتیت سانتلوزانس
(۲۶۱) بورفیریت	رینسیلیاریت
(۲۶۲) حجر أوعية الطبخ	(۲۷۸) طین متبقی ، کاولینات
(۲۶۳) فلسبار بوتاسیومی	(۲۷۹) ریا کولیت
(۲۶۴) اسبار بوتاسیومی	(۲۸۰) ریولیت
(۲۶۵) طینة بیضاء	(۲۸۱) رمل نهري
(۲۶۶) طین أولی — کاولینات	(۲۸۲) کوارتز وردی
(۲۶۷) طلق کاذب	(۲۸۳) یاقوت
(۲۶۸) حجر الخفاف	(۲۸۴) روتیل
(۲۶۹) رمل نقی	(۲۸۵) رمل
(۲۷۰) بیریت	(۲۸۶) حجر رملی
(۲۷۱) بیروفینیت	(۲۸۷) سانیدین
(۲۷۲) بیروکسین	(۲۸۸) زفیر — سفیر
(۲۷۳) کوارتز دیوریت	(۲۸۹) کاولین ساکسون
(۲۷۴) کوارتز — مرو	(۲۹۰) اسکابولیت
(۲۷۵) کوارتزیت	(۲۹۱) شروتیریت
(۲۷۶) رمل أحمر	(۲۹۲) طین ثانوی ، طینة

(۲۹۳) صخر راسب	(۳۱۰) سمیکتیت
(۲۹۴) معدن السیلیکا ذوال تبلور	(۳۱۱) کوارتز مدخن
الجزئی	(۳۱۲) حجر الصابون
(۲۹۵) صخر ذو کولنة جزئية	(۳۱۳) میکروکلین صودیومی
(۲۹۶) سیریسیت	(۳۱۴) فلبسبار صودیومی
(۲۹۷) سربنتین	(۳۱۵) اورتوکلز صودیومی
(۲۹۸) طفل — طین صفحی —	(۳۱۶) اسبار صودیومی
طین طبقی	(۳۱۷) صودالیت
(۲۹۹) کاولین طفلی	(۳۱۸) تربة
(۳۰۰) سیدیریت	(۳۱۹) کاولین کارولینا الجنویة
(۳۰۱) معدن السیلیکا	(۳۲۰) اسفین
(۳۰۲) طينة سیلیسیة	(۳۲۱) کوارتز نجمی
(۳۰۳) کاولین حراری سیلیسی	(۳۲۲) استیانیت
(۳۰۴) کاولین سیلیسی	(۳۲۳) سیانیت
(۳۰۵) سیلیمانیت	(۳۲۴) بورفیر السیانیت
(۳۰۶) طعی — غرین	(۳۲۵) تاکیزولیت
(۳۰۷) رمل سیناء	(۳۲۶) طاق
(۳۰۸) سینوبیت	(۳۲۷) إردواز طلقى
(۳۰۹) إردواز	

(٣٢٨) طينة تنيسي الكروية	(٣٤٢) صخر بركاني
(٣٢٩) تيرمياريث	(٣٤٣) فولكونسكويته
(٣٣٠) عين النمر	(٣٤٤) وفييليت
(٣٣١) ركام	(٣٤٥) طين فلدشتين
(٣٣٢) توباز	(٣٤٦) ويذريت
(٣٣٣) تورمالين	(٣٤٧) ميكا بيضاء
(٣٣٤) تراكيت	(٣٤٨) طين البورسيلان
(٣٣٥) طين منقول — طينات	الأبيض
(٣٣٦) تريديتيت	(٣٤٩) رمل أبيض
(٣٣٧) طراباسي	(٣٥٠) وولاستونيت
(٣٣٨) سانيدن فيزوفيا	(٣٥١) أوبان خشبي
(٣٣٩) فيتيريت	(٣٥٢) كاولين تسيتلنز
(٣٤٠) رماد بركاني	(٣٥٣) زركون — زرق
(٣٤١) طين بركاني	

قائمة أسماء المؤلفين وصفحات ورودها

(أ)

- أبرامز : ٢٤٥ ، ٢٤٦ .
- أثيريج : ٣٢٢ ، ٣٢٤ ، ٣٢٥ .
- آتشيسون : ٣١٠ .
- إدواردز : ٢٨٣ .
- إدينجز : ١٨٦ ، ٤٠٣ .
- آرتشر : ٤٠٤ .
- استوكس : ٢٧٥ .
- آشلي : ٣٠٩ ، ٣٢٧ .
- الكسندر ، جيروم : ٢٤١ ، ٢٤٨ ، ٢٥٣ ، ٤٠٣ .
- آموري : ٣٢٠ .
- إميلي : ٣٢١ .
- أندرسون : ٨٤ .
- أندروز : ٤٠٣ .
- أورانج : ٣٢١ .
- أورتون : ١٤٧ ، ٢٣١ ، ٤٠٣ .
- أوسوالد : ٢٥٣ ، ٤٠٣ .
- إيتل : ٤٠٣ .
- إيرنست : ٤٠٣ .
- إيوكين : ٢٩٥ ، ٤٠٣ .

(ب)

- بازتو : ١١٢ ، ٣٣١ .
- باركس : ٣٠٦ .
- بالهورن : ٤٠٤ .
- بانكروفت : ٢٥٣ ، ٣٠٢ ، ٣٠٦ ، ٣٠٧ ، ٣٣١ ، ٤٠٤ .
- باون : ٣٣١ .
- بقي جون : ٣٠٥ .
- بادجيت : ٢٩٥ ، ٣١٣ .
- برادفيلد : ٢٤٨ ، ٢٨٢ ، ٢٨٧ .
- براون : ٢٥٩ .
- برونقنبرتر : ٢٧٤ .
- برتيو : ٢٩٥ ، ٣١٣ .
- بطرس : ٣٣٢ .
- بكان : ١٤١ .
- بلاكفورد : ٤٠٤ .
- بليمنجر : ٢٤٧ ، ٣٠٩ ، ٣٢٦ ، ٣٣٢ .
- بنجام : ٢٩٢ ، ٣٢٠ ، ٣٣٢ .
- بنز : ٢٤٨ .
- بوب : ٢٩٦ .
- بوزدي : ٢٣٧ ، ٢٩٧ ، ٣٣٢ .
- يوري : ٤٠٤ .

بول . ج : ۱۱۱ ، ۳۳۲ .

بول ، ج ، ا : ۳۳۲ .

بول ، ا : ۳۲۱ .

بیدتل : ۱۱۱ ، ۳۳۳ .

بیرج : ۴۰۴ .

بیرجر : ۴۴ .

بیرس : ۵۱ .

بیرسون : ۱۱۴ ، ۱۸۶ ، ۴۰۴ .

بیرند : ۴۰۴ .

(ت)

تقی الدین القریزی : ۲۰ .

تندال : ۲۸۳ .

توینہو قل : ۱۱۹ ، ۴۰۴ .

تیریل : ۴۹ ، ۶۳ ، ۶۶ ، ۸۷۷۸ ، ۱۳۴ ، ۱۴۰ ، ۴۰۴ .

(ث)

ثورب : ۹۹ ، ۴۰۴ .

(ج)

جابر بن حیان : ۳۵۴ ، ۳۷۱ ، ۳۷۶ ، ۳۷۷ ، ۳۸۰ .

جاکسون : ۲۳۷ .

جامین : ۳۰۵ ، ۴۰۴ .

جراہام : ۲۵۶ .

جروت : ۲۹۶ ، ۲۹۷ ، ۳۱۴ .

جرین : ۳۲۰ .

جونسون : ۲۵۶ ، ۴۰۴ .

جونسون (باشا) : ۲ .

جوہانسن : ۱۱۲ ، ۴۰۴ .

جوود سید : ۱۳۲ .

جویرتلر : ۴۰۴ .

جیفریز : ۴۰۴ .

جیل : ۳۱۰ .

جیلر : ۳۰۷ .

(ح)

حامور : ۳۱۰ .

حیشی : ۳۸۹ .

حسن صادق (دکتور) : ۳۶۰ ، ۳۶۲ ، ۳۶۳ ، ۳۷۳ ، ۳۷۹ ، ۳۸۳ ، ۳۹۷ ، ۴۰۴ .

(د)

دالی : ۱۱۳ ، ۴۰۴ .

دانا : ۳۳ ، ۳۸ ، ۴۰ ، ۴۸ ، ۵۴ ، ۶۲ ، ۶۶ ، ۸۵ ، ۲۹۸ ، ۴۰۴ .

درسار ، ف : ۳۳۳ .

دف : ۲۴۵ ، ۲۹۶ ، ۴۰۴ .

دیفین : ۴۰۴ .

دیلیسہ : ۱۱۳ .

(ر)

رالف ، ا : ۴۰۵ .

رالستون : ۲۶۱ .

راوول : ۱۱۲ .

رطلی : ۹۷ ، ۴۰۵ .

روینسون : ۱۶۹ .

روزتال : ۱۴۸ ، ۳۳۳ ، ۴۰۵ .

ریدل : ۳۱۲ .

ریژ : ۳۳۴ ، ۴۰۵ .

(ز)

زیجموندی : ۲۳۵ ، ۲۵۸ .

زیتل : ۲۸۷ .

(س)

سیانجنبرج : ۳۱۰ .

سبرنج : ۳۰۵ ، ۳۱۴ .

سیریر : ۲۵۶ ، ۳۱۰ .

ستالی : ۱۸۹ .

سترنجر : ۳۲۰ .

ستل : ۳۳۲ ، ۳۳۴ .

ستوفر : ۳۱۰ ، ۳۲۱ .

سجدون : ۴۰۵ .

میشونیان : ۲۹۹ .

مولیفان : ۳۰۹ .

سیجر : ۳۳۴ ، ۴۰۵ .

سیرل : ۳۲ ، ۹۲ ، ۴۰۵ .

(ش)

شاتلی : ۲۹۶ .

شرف : ۳۶۴ ، ۳۷۰ ، ۳۷۷ ، ۳۷۳ .

شوریشیت : ۲۴۷ ، ۳۳۴ .

شولتز : ۲۷۵ .

الصدر : ۳۵۲ ، ۳۷۳ ، ۳۷۵ ، ۳۹۰ ،

۴۰۳ .

(ف)

فراترز : ۲۱۲ .

فرویندلیخ : ۳۰۸ ، ۴۰۵ .

فیرتشیلد : ۳۳۵ .

فیندلای : ۴۰۵ .

فینلای : ۱۸۶ ، ۴۰۵ .

(ك)

کالدویل : ۳۰۷ .

کای : ۵۱ .

کبار : ۳۲۵ .

کروس : ۱۸۶ .

کلارک ، ف . و : ۱۰۹ ، ۴۰۵ .

کلارک ، و . م . : ۴۰۵ .

کوتریل : ۲۸۰ .

کوشمان : ۳۰۹ .

کوکس : ۳۲۱ .

کولین : ۲۰۷ .

کولر : ۲۴۱ .

کیرکباتریک : ۲۴۰ ، ۳۲۱ .

کینی : ۴۰۵ .

کینیسون : ۳۲۴ .

(ل)

لامبومارانجاکس : ۲۴ .

لامر : ۲۹۵ ، ۴۰۳ .

لانجنیک : ۴۰۵ .

لاوری : ۴۰۵ .

لفجروی ، ایلس : ۳۳۵ ، ۴۰۵ .

لوکاس : ۳۳۵ .

لیث : ۱۱۰ ، ۱۱۴ ، ۱۳۰ ، ۱۴۵ ،

۴۰۵ .

لین : ۴۰۵ .

لیندلای : ۳۲۱ .

لیندر : ۱۱۳ .

(م)

ماتسون : ۲۸۶ ، ۴۰۵ .

ماتیو : ۲۴ .

مارلو : ۴۰۶ .

ماک دائل : ۳۱۲ .

ماک دویل : ۷۲ ، ۱۶۶ .

ماکسویل : ۴۰۶ .

ماک نامارا : ۴۰۶ .

منج — تشایج — لنج : ۲ .

مورجان : ۱۸۵ .

میسد : ۱۱۰ ، ۱۱۴ ، ۱۳۰ ، ۱۴۵ ،

۴۰۵ .

میریل : ۴۰۶ .

میسلور : ۹۹ ، ۱۳۵ ، ۱۷۸ ، ۲۳۶ ،

۲۳۷ ، ۳۳۵ ، ۴۰۶ .

مینتون : ۳۱۰ .

(ن)

ناصری خسرو : ۲۱ .

نیجلی : ۱۰۷ .

(ه)

هاتشیک : ۲۵۳ ، ۴۰۶ .

هاروود : ۱۱۲ ، ۱۱۳ .

هاوث : ۴۰۶ .

هاوسر : ۴۰۶ .

هلمهولتز : ۲۵۹ .

هوساک : ۱۱۳ .

هوفستاد : ۴۰۶ .

هوفمان : ۳۰۶ ، ۳۱۴ .

هول : ۸۴ ، ۲۸۵ ، ۳۲۰ .

هوم : ۴۰۵ .

هویتیگر : ۴۰۶ .

هیوم : ۱۱۱ ، ۱۱۴ ، ۱۳۱ ، ۱۳۴ ،

۱۳۷ ، ۱۳۸ ، ۱۳۹ ، ۱۴۰ ، ۱۴۳ ،

۱۶۶ ، ۳۳۵ ، ۴۰۶ .

(و)

واتس : ۱۳۲ ، ۳۱۰ ، ۳۳۵ .

واشیرن : ۳۳۶ ، ۴۰۶ .

واشنتون : ۱۸۶ ، ۴۰۷ .

واطسون : ۱۱۹ .

واهلین : ۳۱۰ .

ودجوود : ۳۳۶ .

وستون : ۲۹۰ ، ۴۰۷ .

ویلسون : ۳۱۱ ، ۴۰۷ .

وینلکان : ۴۰۷ .

الكشاف

حرف الألف

الأباتيت ٤١٣ (٢٨) (١).

— ، في طمى النيل : ١٦٩

— ، معدن مواد متطايرة : ١٢٤

أبريق شاي : ٣٩٥ ، ٩ (٥٧٧)

آليت : ٤١٣ ، ٦٤ (٢٩)

— ، صخر فلسبارى : ٥٤

— ، — تارى متداخل : ١٠٤

— مصرى : ١١١

إيدوت : ٤١٦ (١٢٤)

— ، ناتج تحلل بيوتيت مصرى : ١٤٠

— ، أبيض مغبر . ٣٨١ (٤٠١)

أجار أجار : (انظر فى كفاة البحر)

أجلما توليت : ٤١٣ ، ٤٥ (٤)

أجلما لوليت : ٣٤٩ ، ٤٤ (٩)

اختبار امتصاص الأصباغ : ٣٦٣ (١٧٩)

تأثير الثقل فى درجات الحرارة العالية : (٢٨٣)

— تأثير الحمل : ٣٧٦ (٣٤٣)

تينار : ٣٤ ، ٣٩ ، ٤٥ ، ٤٦

— الجلخ ٣٤٩ (١)

— الحمولة : ٣٥٥ (٨٤)

اختبار الامصاص : ٣٠٦

أخضر ميلاندينى : ٣٥٥ (٧٢)

— ملاخيت : ٣٠٩

أداة : ٣٩٦ (٥٩٢)

— حرارية : ١١

— رص : ٣٧٥ ، ٨ (٣٣١)

— زجاجية : ١١

— — شفاقة : ٢٧

— — منزلية : ١١

— صحية : ٣٩٠ ، ٢٦ ، ٢٥ ، ٧ ، ٦ (٥٠٧)

— كهرية : ٨

— معامل كيميائية : ٩ ، ٦

— منزلية : ٢٦ ، ٩

ادمصاص : ٣٤٩ (٧)

— أبيض الرصاص لزيت بذراكتان : ٣٠٧

— الأثير : ٣٠٦

— + ثابتة للطين . ٣٠٩

— الجبس للماء : ١٦٠

— ، حرارة : ٣٢٦ ، ٣٦٥

— الرمل للماء : ٣٠٦

— ، ضغط : ٣٠٥

— الطين لأخضر الملاخيت . ٣٠٩

— لأزرق الليثيلين : ٣٠٩

(١) العدد بين القوسين هو رقم الاصطلاح أو الكلمة فى قاموس المصطلحات أو قوائم أسماء المعادن والصخور أو المؤلفين .

ادمصاص الأزرق للأمونيا : ٣٠٩

— — — لأيدروكسيد الألومنيوم : ٣٠٩

— — — النحاسيك : ٣٠٩

ادمصاص الطين للبتزول : ٣٠٦

— — — لحامض الأيدروكلوردريك : ٣٠٩

— — — لرابع كلوريد الكربون : ٣٠٦

— — — للروطية : ٣٢٦

— — — للسيلولوز : ٣٠٩

— — — للقلوى : ٣٠٩

— — — للماء : ٣٠٩

— — — للنشا : ٣٠٩

— — — الطينات للجزئات الكبيرة : ٣٠٩

— — — الطينة المائلة للجير : ٣٠٧

— — — للقلوى : ٣٠٧

— — — تقحم الخوانى للأصباغ : ٣٠٧

— — — فلوريد الكالسيوم : ٣٠٦

— — — الكواين للصودا الكاوية : ٣٠٧

— — — انكاولينات للمواد الذائبة : ٣٠٧

— — — الكواينيت للأصباغ : ٣٢٧، ٣٤

— — — الكحول الأميلي : ٣٠٦

— — — مواد انتابة : ٣٠٧

أدولاريا : ٤١٣، ٥٩ (٢)

أرجونيت : ٤١٣، ١٢٨ (٣٠)

زنج : ٣٦٥ (١٩٥)

أرجنتير : ٤١٣، ٤٣ (٣١)

إردواز : ٣٩٢، ٥٣ (٥٢٨) ٤٢٢ (٣٠٩)

— ، استعمله : ٥٤

إردواز : ٤٢٢، ٩٨ (٣٢٧)

أزرق تينار : ٣٤

أس : ٣٦٦ (٢٠٨)

اسبار أكسفورد : ٤٢٠، ١٧٣، ١٤٩، ٦٥

(٢٥٠)

اسبار بكنجام : ٤١٤، ١٧٣، ١٤٩، ٦٥

(٥٩)

— بوتاسيومى : ٤٢١، ١٢٣، ٥٥ (٢٦٤)

اسبار جوودفراى : ٤١٧، ١٧٣، ١٤٩، ٦٥

(١٥٩)

— صوديومى : ٤٢٢، ١٢٣، ٥٥ (٣١٦)

اسيستوس أسنتى : ٢٦، ١٥

استر : ٣٦٥ (١٩٧)

— السيليكيون : ٣٩١ (٥٢٢)

استرونشيا : ٣٩٤ (٥٥٩)

استنتاج خواص الطين : ٢٢٣، ٢٢١

— معادن الطين : ١٧٧

استياتيت : ٤٢٢، ٩٩، ٩٨ (٣٢٢)

— سانت لورانس : ٤٢١، ٩٨ (٢٧٧)

اسطمية : ٤٩٤ (٥٥٤)

اسفين : ٤٢٢، ١٦٩ (٣٢٠)

اسكوبوايت : ٤٢١، ١٢٥ (٣٢٠)

أسمنت ٣، ٩، ١٢، ٣٥٢ (٧٣)

— أبيض : ٤٠٠، ١٤ (٦٣٨)

— أسنان : ٣٦٠، ١٥ (١٥١)

— بوتشيلان : ١٤

أسمت بورتسلاند : ١٢ ، ١٣ ، ١٤ ، ٢٨ ،
٣٨٥ (٤٥٥)

— حديدى : ١٤ ، ٢٨ ، ٣٥٢ (٤١) ،
٣٦٦ (٢١٤)

— حرارى . ١٤ ، ٢٨ ، ٣٨٨ (٤٨٨)
— خبث : ١٤ ، ٢٨

أسمت رومانى : ١٤ ، ٣٨٩ (٥٠٠)
— صوريلى : ٣٩٣ (٥٤٥)

— مائى : ١٤ ، ٣٧٢ (٢٩١)
— ماغنيسيومى : ١٤

— مصرى : ٢٧

اسوداد داخل الجسم : ٢٠٥ ، ٣٥٢ (٤٠)
اسيتون : ٢٥٦

أشباه الطين . ١٧١ ، ١٧٦

اشتقاق اسم الطين : ٣١

اشتكو : ١٦ ، ٣٩٤ (٥٦٣)

أصل الطين : ١٠٣

أصم : ٣٧٣ (٣٠٤)

أصيص زرع : ٤ ، ٢٣ ، ٣٨٤ (٤٣٩)

إعادة انتشار : ٣٦٠ (١٤٥)

إفراز الطين الصينى للأملاح الذائبة : ٢٠٩

أقلية : (انظر فى معادن أقلية) ، ٣٤٩ (٥)

أكثرية : (انظر فى معادن أكثرية) ٣٦٢

(١٦٧)

أكسى كلوريد الماغنيسيوم : ١٤

أكسيجين : ٣٦٩

أكسيد آحادى التكافؤ . ٣٨٩ (٤٩٧)

أكسيد ألومنيوم - (انظر فى ألومينا)
— ثلاثى التكافؤ . ٣٨٠ (٣٩١) ، ٣٨٩ (٤٩٨)

— ثنائى التكافؤ . ٣٨٩ (٤٩٧)

— حامض . (انظر فى أكسيد رباعى التكافؤ)

— حديد غروى : ٢٨٤

— خارصين : ١٤

أكسيد رباعى التكافؤ : ٣٨٩ (٤٩٩)

— رصاص . ٥ ، ١٤

— قاعدى : (انظر فى أكسيد آحادى وثنائى
التكافؤ)

— قصدير : ٥

— متردد : (انظر فى أكسيد ثلاثى التكافؤ)

متعادل : (انظر فى أكسيد ثلاثى التكافؤ)

ورق الطبع ديكال : ٣٥٩ (١٣٩)

الأباستر مصرى (انظر فى مرمر) ، ٤١٦
(١١٨)

البروسيت : ٤٢ ، ٤١٦ (١٢٠)

أليت : ٦٠ ، ٤١٣ (٧)

— ، معدن قلسبارى : ٥٧

— ، مكون بلاجيوكليزى : ٦١

— ، موجب الضوئية : ٥٦

— ، ناتج تحول النيكلية : ١٩١

الطاردة : ٢٤٨ ، ٢٨٠

التراميكروسكوب : ٢٤٨ ، ٢٥٩ ، ٣٩٨

(٦١٣)

التراميكرون : ٢٣٥ ، ٢٥٦ ، ٢٦٥

التواء : ٣٩٠ (٥٠٥) ، ٣٩٤ (٥٥٢)

آ للوفين : ٤٦ ، ٤١٣ (١٠)

— ، مع الإنديانيت : ٣٩

— حديدى : ٤٦ ، ٤١٧ (١٣٤)

— ، مع الشوتيريت : ٤٧

الدم : ٢٧٤ ، ٣٥٠ (١٦)

آلوشيت : ٣٤ ، ٤١٣ (١٥)

ألومينا : ١٠ ، ١١ ، ١٤ ، ٣٥٠ (١٤)

— مائية : ٢٦٠ ، ٢٨٠ ، ٢٨٣

— ألومينا قاعدية مائية : ١٣

— الكالسيوم : ١٣

امتصاص : ٣٤٩ (٣)

أمفيبول : ٤١٣ (١٩)

— ، مكون أشباه الطين : ٤٠

أملاح . (انظر فى ملح)

أميلس ، طريقة قياس لازية الطين . ٣٢١

أناتيز : ٤١٣ (٢٠)

إنامل : (انظر فى مينا)

أنوبية : ٣٩٧ (٦٠٤)

تكشيف : ٦

نقل السوائل الأكلة : ٦

انتشار غروى : ٣٦١ (١٦٤)

انتفاخ : ٣٥٢ (٤٢)

أشروبولوجيا : ١٦ ، ٣٥٠ (٢٠)

أنجر : ٩ ، ٢١ ، ٣٩٧ ، (٦٠٣)

انحناء . ٣٩٠ (٥٠٥) ، ٣٩٤ (٥٥٢)

أندالوسيت . ٤١٣ (٢٢)

أندالوسيت خامة ألومنيوم : ٢٨٣

إنديانيت : ٣٩ ، ٤١٨ ، (١٧٨)

أنديزين : ٥٦ ، ٦١ ، ٤١٣ (٢٣)

انستاتيت ١٠٦ ، ٤١٦ (١٢٣)

— عجائن الطين : ٣١٦

انصهار : ٣٧٨ (٣٦٣)

السيليكات ١٦

انقصال طبقات التزجيج : ٣٥٨ (١٢٨)

انقلاب . ٣٧٤ (٣١٦)

انكماش . ٣٩١ (٥١٩)

إنهاك : ٤٠١ (٦٤٧)

— الطين : ٣١٦

أنيدريت : ٨٨ ، ٩١ ، ٤١٣ (٢٥)

أنواع المحاليل : ٢٥٤

أنورثوكليز : ٥٥ ، ٥٩ ، ٤١٣ (٢٧)

أنورثيت : ٦١ ، ٤١٣ (٢٦)

— ، تكوينه : ١٩٠ ، ١٩١ ، ١٩٢

— صناعى : ٦١

— ، فلبسار جبرى : ٥٦

أنوكزيت : ٤١ ، ٤١٣

آنية : ٤٠٠ (٦٣٢)

— تقطير : ٢٧

— زجاجية منزلية : ١١

— طعام : ٤ ، ٧ ، ٢٨ ، ٣٩٥ (٥٧٢)

— فلزية : ١٦

— منزلية : ٩ ، ٢٦

أنيموزيت : ٦٢ ، ٤١٣ (٢٤)

أوبال : ٤٢٤٧٧ (٢٤٧)

— خشب : ٤٢٣، ٧٨ (٣٥١)

—، من الكوارتزيت : ٨٣

أوتوكلاف : ٣٥١ (٢٩)

أوجيت : ٤١٤ (٣٩)

—، في البارلت : ١٠٥

أوجيت ، في الرمال : ٧٩

—، في طمي النيل : ١٦٩

—، مادة خشنة : ٩٣

أورثوسيليكات : ١٠٥

أورثوكليز : ٤٢٢، ٥٨ (٢٤٨)

—، بديل : ٥٩

—، تحلل إلى لوسيت : ٦٢

—، تكونه من اللوسيت : ١٩٠، ١٩١

— صناعي : ٥٨

— صوديومي : ٤٢٢، ٥٩ (٣١٥)

—، في طمي النيل : ١٦٩

—، فلبسباريوتاسيومي : ٥٥

أول أكسيد الكربون : ٢٦٨

أوليغوكليز : ٤٢٠، ٦١ (٢٤٥)

—، في طمي النيل : ١٦٨

—، فلبسبار : ٥٦

أوليفين : ١٤٤، ١٤٥، ١٤٦ (٢٤٦)

أيدروجين : ٢٦٨

أيدروكسيد ألومنيوم : ١٢٢

— باريوم : ٢١٨، ١٦

— حديدك : ١٢٨

أيدروكسيد كالسيوم : ١٢، ١٥

— نحاسيك : ٣٠٩

أيدروكينون : ٢٦٨، ٣٧٣ (٢٩٧)

أيسو أورثوكليز : ٤١٨، ٥٩ (١٨٢)

أيسوثور : (انظر في أيسو أورثوكليز) ، ٤١٨ (١٨٢)

إيلمانيت : ٤١٨ (١٧٦)

—، حساب : ١٩٣

—، في طمي النيل : ١٦٩

أيوتيكت : ٣٦٥ (١٩٩)

أيون الأيدروكسيد : ٢٨٤، ٢٨٦

إيونيت : ٤١، ٤١٨ (١٨٠)

حرف الباء

باتشيلوريت : ٤٠، ٤١٤ (٤٥)

باراجونيت : ١٥، ٤٢٠ (٢٥١)

باريياريت : ٥٩، ٤١٤ (٤٠)

باريا . ٣٥١ (٣٣)

باريت : ٤١٤ (٤١)

—، تميزه عن الأورثوكليز : ٥٨

—، مادة الرماد الأسود : ٢١٨

باريوم ، أملاحه المستعملة في الترسيب :

٢١٧

—، نشاط أملاحه المستعملة في الترسيب :

٢١٧

بازلت : ١٠٥، ٤١٤ (٤٢)

بازهر : ٢١

بلاسيوكلنز . ٦٠ ، ١٠٥ ، ١١٥ ، ٤٢٠
(٢٥٩)

بلاح (بلدة) : ٢٨

بلاستيسين : ٢٨٥ ، ٣٨٤ (٤٤٣)

بلاط أسمى : ١٣

بلور صخرى : ٤١٦ (١٠٠)

بلورة : ٢٥٨ (١٣١)

— أحادية المحور الضوئى : ٣٩٨ (٦١٥)

— ثنائية المحور الضوئى : ٣٥١ (٣٦)

بلورة خفية : ٣٥٨ (١٣٠)

— مكرو سكوية : ٣٧٨ (٣٦٨)

بلورى : ٣٥٩ (١٣٤)

بلرة : (انظر فى تشابك جزئى)

بنتونيت : ٤٣ ، ١٧٢ ، ٤١٤ ، ٢٨١

(٤٨)

— ، شبيه لطفل القطم : ١٦٥ ، ١٨٦

بنجام وجرين ، قياس لازية الطين :

٣٢٠

بندق : (انظر فى فيانس)

بنزول تجارى : ٢٩٠

بنية : ٣٩٤ (٥٦٢)

— إسفنجية : ٣٩٤ (٥٥٠)

— أسمى : ١٢

— حجرية : ١٢

— حوصلية : ٣٩٩ (٦٢٢)

— زجاجية : ١١٠٩ ، ٣٧٠ (٢٥٨)

— صفحية : ٣٦٧ (٢٢٩)

باطية . ٢٢

باتونيت : ٤١٤ ، ٦١ ، ٥٦ (٦٠)

بيتنة : ٣٨٣ (٤٢٥)

بجماتيت : ٤٢٠ ، ٦٣ ، ٥٤ (٢٥٢)

بحث : ٣٧٤ (٣١٧)

بخر : ٣٩٨ (٦١٨)

بديل الأورثوكليز : ٥٩

— البنتونيت : (انظر فى طفل القطم)

بديل الفلسبار : ٥٩

برام : ٣٧١ ، ٢١ ، ٨ (٢٧٣)

بربخ : ٣٦٢ ، ٤ (١٦٩)

برخان : ٣٥١ (٣٤)

برميل : ٢٤ ، ٢١

بريق : ٣٧٧ (٣٤٧)

بطانة : ٣٦٥ (١٩٤)

— مدخنة : ٣٦٨ (٢٣٦)

— مصرية : ١٦٥

بقع الحديد : ٢٠٥

بكثيرا : ٣٥١ (٣١)

— ، امتصاصها للغازات المحبوسة : ٣٩٠

— ، تحليلها للمواد الكبريتية : ٢٠٨

— ، تكاثرها : ٢٨٩

— ، فعلها بتجانس عجائن الطين : ٣١٠

— ، فعلها بغروية الطين : ٢٨٨

— ، فعلها بلازية الطين : ٣١٠

بلاطين غروى : ٢٦٨

بنية صماء : ٣٩٣ (٥٤٣)
 — الطين : ٢٣٥
 — عجائن الطين : ٣١٥
 — بو (مقطع كلمة) : ٤ (٤٦)
 بودقة صهر : ٨
 بوراكس : ١٥ ، ٢٥ ، ٣٥٣ (١٥)
 بورسيلان : ٧ ، ٩ ، ٢٦ ، ٣٨٥ (٤٥٢)
 — عازل : ٨
 — كهربى : ٨ ، ٣٦٤ (١٨٥)
 بورسيلان كيميائى : ٩ ، ٣٥٥ (٨٢)
 بورفير الديوريت : ٤١٦ (١١٤)
 — السيانيت ٤٢٢ (٣٢٤)
 بورفيريت : ٧١ ، ٤٢٢ (٢٦١)
 بورق : (انظر فى بوراكس)
 بورى : ٣٥٢ (٤٣)
 بواكسيت : ٢٨٣ ، ٤١٤ (٤٦)
 — مكليس : ٦ ، ٤١٥ (٦٦)
 — ، ناتج لثرة : ١٤٤
 بديليت : ٤١ ، ٤١٤ (٤٧)
 — حديدي . ٤١ ، ٤١٨ (١٨١)
 بيرثيت : ٦٠ ، ٤٢٠ (٢٥٧)
 بيروسكوب : ٣٨٨ (٤٧٨)
 بيروفسكيت ١٩٣ ، ٤٢٠ (٢٥٦)
 بيروفيليت ٤٤ ، ٤٢١ (٢٧١)
 بيروكسين : ٤٠ ، ٤٢١ (٢٧٢)
 بيرومتر : ١٢ ، ٣٨٧ (٤٧٥)
 بيريت : ٤٢١ (٢٧٠)
 — ، أضرارها : ٢٠٦
 بيريل : (انظر فى زمرد) ٤١٤ ، ٤٩ (٤٩)

بليكانيت . ٤٣ ، ٤٢٠ (٢٥٣)
 بيوتيت : ٤١٤ (٥٢)
 — ، تحلل : ١٢١ ، ١٣١ ، ١٣٩ ، ١٤٠
 — ، قابلية تحلل : ١٢٠
 — ، قانون الجزئى : ١٠٩
 — ، كولة : ١٣٨
 — ، مقاومة تحلل : ١٣١ ، ١٤٣
 حرف التاء
 تأثير الأحماض فى غروية الطين : ٢٨٥ ،
 ٢٨٧
 — — — الكاولين : ٢٨٨
 — الأملاح الذائبة فى التوتر السطحي : ٣٠٢
 — — — غروية الطين : ٢٨٩
 — البكتيريا فى غروية الطين : ٢٨٩
 — بويليت ٣٤ ، ٣٢٦ ، ٣٨٦ (٤٦٣)
 — التقدم فى غروية الطين : ٣١١
 — تنдал : ٢٥٨ ، ٢٨٢ ، ٢٨٤ ، ٢٩٨
 (٦١٠)
 — الحرارة فى غروية الطين : ٢٨٩
 — الزمن فى غروية الطين : ٢٨٨
 التأثير الكيميائى فى غروية : ٢٨٥
 تأثير المحلول الأيونيكتى فى تحلل المعادن : ١٢٣
 — المواد العضوية فى غروية الطين : ٢٩٠
 — — القلوية فى غروية الطين : ٢٨٧ ، ٢٦٧
 التأثير الميكانيكى فى غروية الطين : ٢٨٥
 قاصل بلورى : ٣٤
 تاكيزوليت : ٣٦ ، ٤٢٢ (٣٢٥)
 تاو (كلمة) : ٢ ، ٣٩٥ (٥٧٤)

تبادل مزدوج : ۲۸۰

تبخیر : ۳۶۵ (۳۰۵، ۲۰۴)

تبر : ۳۵۹ (۱۳۸)

تبریق فلزی : ۳۷۸، ۲۲ (۳۶۶)

تیلور الزجاج : ۳۶۰ (۱۵۴)

تیمانس : ۳۷۲ (۲۸۶)

تجزئة : ۳۸۳، ۴۶۶ (۴۲۵)

تجفیف : ۳۶۲ (۱۷۳)

تجفیف بالأشعة تحت الحمراء : ۳۷۴ (۳۱۰)

— رطب : ۳۷۲ (۲۸۹)

— کهربی : ۳۷۲ (۲۷۲)

تجلط : ۳۹۱ (۵۱۶)

تجلیط الدم : ۲۸۰

تجمد الأمت : ۱۳

— الدهان الجیری : ۱۵

— اللصيص : ۱۵

تجميع : ۳۵۰ (۲۸)

تحت سلیکات : ۱۰۷

تخصیر المحاليل القروية : ۲۶۵

تحلل : ۳۵۹ (۱۴۲)

— أمفیول : ۱۴۳

— أورثوکایز : ۱۳۷، ۱۳۵

— أولیین : ۱۴۴

— یروکسین : ۱۴۳

— جرانیت : ۱۱۹، ۶۵، ۱۴۲

— جزئا : ۶۵، ۱۴۹

— ، نواتج : ۱۴۰

تحلل جیولوجی : ۳۵۰ (۱۱۳)

— زرکون : ۱۲۰، ۱۳۱

— سربنتین : ۱۴۳

— سیریسیت : ۱۴۳

— صخر برکانی : ۱۴۲، ۱۷۱

— قاعدی : ۱۴۳

— ناری : ۱۱۶، ۱۲۱، ۱۳۱، ۱۳۳، ۱۳۶

— ۱۴۴

تحلل الفلسسبار : ۱۱۹، ۱۲۰، ۱۲۲، ۱۲۵

— ۱۴۰، ۱۳۷، ۱۳۱، ۱۲۶، ۱۲۵

— ۳۳۳، ۱۴۱

— المعادن : ۱۲۲

تحلیل استتاجی : ۱۷۸، ۳۸۸ (۴۸۳)

— کهربی : ۳۶۴ (۱۸۶)

تحلیل کمی

تحلیل کیمیائی : ۳۹۸ (۶۱۱)

— — أشباه الطین : ۱۸۶

— — بتونیت : ۱۸۶

— — بواکسیت : ۱۴۵

— — صخر بازالتی : ۱۱۱

— — — جرانیت : ۱۱۱، ۱۴۲

— — — جیری : ۱۲۸، ۱۲۹

— — — راسب : ۱۳۰

— — — رملی : ۱۲۹

— — — ناری : ۱۱۵، ۱۲۶، ۱۲۷، ۱۲۹

— — — ۱۴۳

تحليل كيميائي طفل : (انظر في تحليل كيميائي

لطينة صفيحة)

-- طين : ١٨٢

-- صيني : ١٨٢

-- طينات : ١٨٤

-- طينة أدفو : ١٨٥

-- أسوان : ١٨٤

--- سوهاج : ١٨٤

--- شبرا : ١٨٥

--- صفيحة : ١٢٩

--- طرة : ١٨٥

--- قنا : ١٨٤

--- مقطم : ١٨٥ ، ١٨٦

تحليل كيميائي ، فوائده : ٢٠١

-- كاولين : ١٤٥

--- إنجليزى : ١٨٣

--- أوهيو : ١٨٣

--- بوهيمى : ١٨٣

--- سيناء : ١٨٣

-- نيفيليت سيايت : ١٤٥

-- ميكانيكى : ٣٧٨ (٣٥٩)

-- الطين : ٢٣٦ (١٨٨)

تخلص من كبريت الطين : ٢٠٦

تخليق : ٣٩٥ (٥٧٠)

تخمير : ٣٥٠ ، ٩ (١٨)

تدخين : ٣٩٢ (٥٣٦)

تدهور : ٣٦٠ (١٥٣)

تقوية : ٣٥٠ (١٢)

تقريب السطح : ٣٦٨ (٢٣٠)

تراب : ٣٦٣ (١٧٧)

تراكيت : ١٣٤ ، ٤٢٣ (٣٣٤)

تربة : ٤٢٢ (٣١٨)

--- زراعة : ٤ ، ١٦٩ ، ١٧٦ ، ١٨٣ (٥٦)

تريصة : ٤ ، ٧ ، ٢٩٦ (٥٨٩)

--- أرضية : ٢٥

--- قيشاني : ٢١ ، ٢٤ ، ٢٥ ، ٢٦ ، ٣٧٠ (٢٦٠)

ترصيب : ٣٨٦ (٤٦٤)

--- الدم : ٢٨٠

--- المحاليل القروية : ٢٧٦

ترشيح تحت ضغط عال : ٢٧٢ ، ٣٩٨ (٦١٢)

تركيب : ٣٥٧ (١٠٨)

--- أيوتيكى : ٣٦٥ (٢٠٠)

--- الطين : ١٧٧

تركيز أيون الأيدرجين : ٣٧٢ (٢٩٣)

ترمومتر درجات الحرارة العالية : ٩٢

ترويق المياه : ٢٨٠

ترديدية : ٧٢ ، ٤٢٣ (٣٣٦)

تزجج : ٣٦٩ (٢٤٧) ، ٣٩٩ (٦٢٨)

تزجيج : ٣٧٠ (٢٦١)

--- استخدام طينة أسوان الكروية : ٢٤

--- بلورى : ٣٥٨ (١٣٢)

--- بالتعليق : ٣٩٠ ، ٥ (٥٠٦)

--- جبرى : ٣٥٤ (٦٣)

--- شفاف : ٦٠٥

تزجيج طافي : ٣٧٨ (٣٥٨)

— قداماء المصريين : ١٩

— قلاوى : ٦

— مط (انظر فى تزجيج طافي)

— معتم : ٦٥٥

تمزهر : ٣٦٣ (١٨٢)

تسجيل : ٣٨٢ (٤٢٠) ٤٠٧

تمويه : ٣٦٧ (٢٢٦)

— زخارف تحت التزجيج : ٣٧١ (٢٧٦)

تشابك جزئى : ٣٨٥ (٤٥١)

تشابه بلورى : ٣٧٤ (٣٢٠) :

تشريب حرارى : ٣٩٣ (٥٣٧)

تشطيب : ٣٦٧ (٢٢٢)

تشغيل يدوى لقياس اللازمية : ٣١٩

تشقق : ٣٥٥ (٨١)

تشكيل : ٣٩١ (٥١٨)

— بالتجميع : ٣٥٠ (٢٨)

— بالدفع : ٣٦٦ (٢١٠)

— بالدولاب اليدوى : ٣٩٦ (٥٨٨)

— بالحرط : ٣٩٧ (٦٠٧)

— بالساف : ٣٥١ (٣٢٣)

— الميكانيكى : ٣٥١ (٣٠)

— بالصب : ٣٥٤ (٧٠)

— بالضغط الجاف : ٣٦٢ (١٧١)

— بالكبس : ٣٨٧ (٤٦٥)

— باليد : ٣٧١ (٢٧٢)

تشويه : ٣٦٠ (١٤٦) ، ٤٠٠ (٦٣٣)

تشويه الكرة لقياس لازمية الطين : ٣٢٠

تصفية « استخلاص مائى » ٣٧٦ (٣٤٢)

تصويل : ٢٤٠ ، ٢٤٧ ، ٣٦٤ (١٨٩)

تطبيق ترميب الغرويات : ٢٧٦ .

تطور صناعة الخزف : ١٦

— — — فى مصر : ١٩

تطورات : ٣٩٧ (٥٩٥) : ٤٠٧

تعادل المحاليل الغروية : ٢٦٤

تعبئة : ٣٨٢ (٤١٤)

تعرية : ١١٦ ، ١١٧ ، ٣٦٠ (١٥٢) ٣٦٥

(١٩٦)

تعرية جوية : ٤٠٠ (٦٣٦)

— — عوامل : ١١٦

تعريف المصطلحات : ٣٧٠ (٢٦٣)

تعليل : ٣٧٣ (٣٠٣)

تفاعل طارد للحرارة : ٣٦٦ (٢٠٦)

— ممتص للحرارة : ٣٦٥ (١٩٣)

— المواد المتطايرة : ٣٨٥ (٤٤٩)

تفتت : ٣٦١ (١٦٣)

تفسفر : ٣٨٣ (٤٣٢)

تفسير تجعد أسمنت بورتلاند : ١٣

لازمية الطين : ٢٩٤ ، ٣١٣

تقكك : ٣٦٢ (١٦٥)

— الأندالوسيت : ٤٨ ، ٤٩

— اللوليت : ٤٨

تقادم الطين : ٣١٢ ، ٣٤٩ (١١)

— — ، تأثيره فى اللازمية . ٣١١

تهتك : ٣٩٠ (٥٠٢)
تهذيب سطح الجسم : ٣٦٩ (٢٥٦)
تهيلم : ٢٧٧ ، ٣٦٩ (٢٥٥)
— حامض السيليك : ٢٥٦
توأمية البلورات : ٣٩٧ (٦٠٨)
توباز : ٧٥ ، ١٢٥ ، ٤٢٣ (٣٣٢)
— كاذب (انظر في كوارتزنجي)
توتر سطحى : ٢٩٤ ، ٢٩٧ ، ٢٩٨ ، ٣٩٥
(٥٦٦)
— تأثير الأملاح : ٣٠٠
— ، الأمونيا : ٣٠٢
— ، القلوى : ٣٠٢
— ، تكوين لازية الطين : ٣٠٣
— ، لجسيات الطين : ٢٩٨
— ، حساب قوة تماسك الطين اللازب : ٣٠٣
— ، السوائل : ٣٠٠
— ، علاقته بالجذب الجزيئى : ٣٠٣
— ، فعل حامض الأيدروكلوردريك : ٣٠٢
تورم : ٣٩٣ (٥٤٦)
تورمالين : ١٠٧ ، ١٢٥ ، ١٦٩ ، ٤٢٣
(٣٣٣)
تيتانيا : ٣٩٦ (٥٩٩)
تيرمياريت : ٤٠ ، ٤٢٣ (٣٢٩)
حرف الثاء
ثابت ادمصاص الطين : ٣٠٩
— الأس : ٣٦٦ (٢٠٩)
— الصهر : ٣٥٧ (١١٤)

تقديد : ٣٥٢ (٣٩)
تقدير غروية الطين : ٣٠٩
— الفلسبار فى الطين : ١٧٧ - ١٨٠
— ماء الامصاص : ٣٢٥
— ، اللازية : ٣٢٣
تقرير : ٣٥٣ (٦٠) ٣٨٨ (٤٩١) ٤٠٨
تقسيم الطين : ١٤٧ ، ٣٢٧
تقشير طبقة الزجاج : ٣٥٥ (٨٥) ٣٩٠ (٥١٢)
تقويم العجائن : ٣٩٦ (٥٨٦)
تكسر : ٣٦٣ (١٧٦)
تكوين : ٣٥٧ (١١٧)
— الطين : ١٠٣ ، ٢٨٢
— معدنى للطين : ١٨٦
تكوين (تشكيل) : ٣٦٨ (٢٤٢)
تليد : ٣٦٨ (٢٣٢)
تلف : ٣٥٩ (١٤٠)
تلوين المصيص : ١٥
تلين : ٣٩٥ (٥٧٨)
— الطين : ٢٩٧
تماسك الطين ، حسابه : ٣٠٣
تعدد : ٣٦٦ (٢٠٧)
تخليج : ٥
تخيؤ : ٢٧٠ ، ٢٨٩ ، ٣٧٢ (٢٩٤)
تمييز البورسيلان : ٦
تعيم بالفرشاة : ٣٩٧ (٢٩٤)
تسكار : (انظر فى تسكال)
حقية جو المصانع : ٢٨٠
— المحاليل الغروية : ٢٧١

ثابت العزل الكهربى: ٢٦٠ ، ٣٦١ (١٥٧)
 ثالث أكسيد الكبريت : ٢٠٦
 ثانى أكسيد الكبريت : ٢٦٩
 — الكريون : ٣١٠
 نقل نوعى : ٣٩٣ (٥٤٧)
 — خارجى : ٣٥٣ (٥٩)
 — ظاهرى : ٣٥٠ (٢٢)
 ثوريا : ٣٩٦ (٥٨٧)
 ثيوسيليكات : ٢٠٦

حرف الجيم

جارو : ١١٦ ، ٤١٧ (١٤٨) .
 جارت : (انظر فى مقيق)
 جاسبر : (٣٢٢) ، (١٨٥)
 جالابكتيت : ٤١٧ (١٤٩)
 جانيستر : ٤١٧ (١٥٠)
 جيسريت : ٤١٧ ، ٨٤ (١٥٥)
 جيس ٩١ ، ٤١٧ (١٦٣)
 — اختبار الأورثوكلنز : ٥٨
 — شائب فى الطين : ١٥٥
 — ضرره : ١٦٥ ، ٢١٠
 — فى الطينة الجيرية : ١٦٤
 — قابلية ذوبان : ٢٠٧

— ، مادة أمنت إضافية : ١٢ ، ٢٧ ، ٢٨
 — جيرية : ٨٨
 — ، مصيص أولية : ١٤
 — ، مكافئة لسكربونات الباريوم : ٢١٧
 جبل ٣٦٩ (١٤٨)

جدول : ٤٠٩
 جدول تقسيم الطين : ١٧٣
 جذب جزئى : ٢٩٦ ، ٣٧٩ (٣٨٢)
 — ، بين جسيمات الطين : ٢٩٦
 — ، علاقته بالتوتر السطحي : ٣٠٣
 — ، الطفل للماء : ٢٩٧
 جذب جزئى ، الطمى للماء : ٢٩٧
 — كهر أوزموزى : ٢٦٢ ، ٣٦٤ (١٨٨)
 — كهربى : ٢٦٠ ، ٣٦٤ (١٨٧)
 — ، أنواع : ٢٦١
 — ، مصدى : ٣٥٠ (١٩)
 — ، مهبطى : ٣٥٤ (٧١)
 جرانيت : ٤١٧ ، ٧ (١٦٢)
 — ، أنواع مصرية : ١١٦
 — ، تحليل : ١١٩ ، ١٢٠ ، ١٤٢
 — ، صخر نارى حامض : ١٠٣
 — متحلل : ٦٤ ، ١٤٩ ، ١٧٣ ، ٣٥٩
 — ، نواتج تحليل :
 جرة : ٤ ، ١٩ ، ٢٣ ، ٤٠٠ (٦٣٥)
 جسم : ٣٥٢ (٤٧)
 — خزفى : ٣٥٥ (٧٧)
 — طينى : ٣٥٦ (٩٣)
 — ، أخضر (انظر فى جسم طينى)
 جسم : ٢٣٥ ، ٣٨٢ (٤١٨)
 — ، أبعاد : ٢٣٥
 — ، حساب أبعاد : ٢٣٧
 — ، حساب سطح : ٢٤٢

جسيم طينى : ٢٩٨

— ، علاقة الأبعاد بمساحة السطح : ٢٣٦

— ، قياس أبعاد : ٢٤٠

جلود : ٣٥٣ ، ٨١ (٥٣)

— طينى : ٥١

جمالكة : ٢٦١

جمبوتيل : ٤٥

جشت : ٤١٣ ، ٧٤ (١٦)

جمعية : ٣٩٣ (٥٣٩)

— الحزف الأمريكية : ١٦

جنين بلورى : ٣٧٧ (٣٦٩)

— — ريشى : ٣٩٠ (٥١٠)

— — شعري : ٣٩٧ (٥٩٩)

— — كروى : ٣٧٠ (٢٦٢)

— — متلائي : ٣٧٧ (٣٥٦)

— — مستطيل : ٣٧٧ (٣٤٦)

جهاز بروتينتر : ٢٧٥ .

— — ، قطاع ٢٧٦

— — ترشيح تحت ضغط عال : ٢٧٤

— — فصل غشائى : ٢٧٣

— — كهربى : ٢٧٣

— قياس الجذب الجزيئى : ٢٦٠ ، ٢٦١

— اللازمة : ٣٨٤ (٤٤٧)

— كهربى : ٨

جورنال : ٣٧٥ ، (٣٢٥) ٤٠٩

جول : ٣٧٥ (٣٢٤)

جيسيت : ١٤٤ ، ٤١٧ (١٥٦)

جير : ٨ ، ٩ ، ١٢ ، ١٦ ، ٣٧٦ (٣٣٧) .

— ، جفاف : ١٤

حى : ١٥ ، ٣٨٨ (٤٨١)

جير ، لبن : ٢٥٥

— مطناً : ١٥ ، ٣٩٢ (٥٢٧)

حرف الحاء

حافطة تسوية : ٨ ، ٢٤٠ ، ٣٥٤ (٦٢) .

٣٩٠ (٥٠٤)

حالة أيوتيكية : ٣٦٥ (٢٠٣)

حالة طينية : ٣١ ، ٣٥٦ (٩٠)

حالة غروية : ٢٥٤ ، ٣٥٦ (١٠٠) .

— — ، علاقتها باللازية : ٢٩٤

حامض أرثوسيليسيك : ١٠٥

حامض أورثوفوسفوريك : ١٥ .

— أيدروفلوردريك : ٦٩ ، ١٧٨

— أيدروكلوردريك : ٤٧ ، ١٥٧ ، ٢٦٧

— خليك : ٢٨٨

— — ، تأثيره فى غروية الطين : ٢٨٤ ، ٢٨٧

— — ، — — الكولين : ٢٨٨

— — تلجى : ٢٥٦

— سيليسيك : ١٠٥ ، ٢٥٦ ، ٢٦١ ، ٢٧٠

٢٨٠ ، ٢٨١

— — تيليم : ٢٥٦

— عضوى : ٢٨٨ ، ٢٨٩

— فلوريك : ٦٩

حامض كبريتيك : ٢٤ ، ٢٥٦

— — — ، إذابته للميك : ١٧٨

— — — ميتا سيليسيك : ١٠٦

— — — تريك : ٢٧٠

حبة : ٣٧٠ (٢٦٧)

— — — جبل مثنى ، قياس لازية الطين : ٣١٩

حبيبة : ٢٤٨ ، ٢٥٥ ، ٣٧٠ (٢٦٨)

حجر أقلام الإردواز : ٤٥ ، ٤٢٠ (٢٥٤)

حجر الأمازون : ٤١٣ (١٧)

حجر أوعية الطبخ : ٩٨ ، ٤٢١ (٢٦٢)

حجر جيرى : ١٤ ، ٨٨ ، ٤١٩ (٢٠٣)

— — — سمالوط (٢٧)

— — — خرسانة : ٨٣ ، ٤١٥ (٩٢)

— — — خفاف : ١٤ ، ٦٦ ، ٤٢١ (٢٦٨)

— — — رملى : ٤٢١ (٢٨٦)

— — — نوبى : ٨٢ ، ٤٢٠ (٢٤٣)

— — — سماق إمبراطورى : ١١٣ ، ٤١٨ (١٧٧)

— — — الصابون (انظر فى استياتيت) ، ٤٢٢

(٣١٢)

— — — صناعى : ١٠ ، ١١ ، ١٢

— — — الطباشير الفرنسى (انظر فى صابونة الخياط) ،

٤١٥ ، (١٤٦)

حجر طينى : ٤٤ ، ٤١٥ (٨٩)

— — — قرنى : ٧٧ ، ٤١٨ (١٦٩)

— — — القصدير : ١٢٥ ، ٤١٥ (٧٢)

— — — القمر : (انظر فى أدوريا) ، ٤٢٠ ،

(٢٣١)

حجر الكاولين : ٢٦ ، ١٥١ ، ١٧٣ ،

٤١٨ (١٨٨)

حجر كورنول : ٦٥ ، ٤١٥ ، (٩٦)

حجر الكورنيش : (انظر فى حجر كورنول) ،

٤١٥ (٩٥)

— — — لبنى : (انظر فى الأوبال) ٤٢٠ (٢٢٥)

حجر يابانى : ٦٥ ، ٤١٨ (١٨٤)

حرارة الامصاص : (انظر فى تأثير بوليت)

— — — الانتقال : ٧١

— — — التحول : ٧١

— — — التشريب : ٣٩٣ (٥٢٧)

حراريات : ٧ ، ١١ ، ٣٨٨ (٤٨٩)

— — — ألومينية : ١٦٠ ، ٣٥٠ (١٥)

حركة براون : ٢٥٩ ، ٢٨٢ ، ٢٨٤ ،

٣٥٣ (٥٦)

حرير صخرى : (انظر فى اسبتوس)

حساب أبعاد جسيمات الطين : ٢٣٦ ، ٢٤٣

حساب ادمصاص المواد المذابة : ٣٠٧ .

حساب التكوين المعدنى للطين : ١٨٦ ، ١٨٩ ،

١٩٠

حساب درجة إنهاء الطين : ٣١٦

— — — القوانين الجزئية للفلسبار : ٢٢٦

— — — قوة تماسك الطين اللازب : ٣٠٣

حساب اللازية : ٢٩٣ ، ٣٠٣ ، ٣٢٣ ، ٣٢٤ ،

٣٢٦ ، ٣٢٧

— — — اللزوجة : ٢٩٣

— — — ماء اللازية : ٣٢٣

— — — مساحة سطح جسيمات الطين ٢٣٦

حساب معادن الفلسبار : ١٨٣ ، ١٨٩ ، ١٩١ ،

١٩٣ ، ١٩٩ ، ٢٠٠

— — — العامل السطحي القياسى : ٢٣٩

حساب معامل النعومة : ٢٤٥

— معدل ترسيب اللدقائق : ٢٧٧

— مواد ترسيب الأملاح الذائبة : ٢١٥

حساب المواد الطينية : ١٧٨

حساب نعومة الطين : ٢٤٦

حصان ميكانيكي : ٣٧٤ (٢٨٧)

حصباء : (انظر في حصوة)

حصوة : ٨١ ، ٣٨٣ ، (٤٢٤) ، ٤٢٠ (٢٥٥)

— أمنت : ١٣ ، ٣٥٦ (٩٤)

حلقة بولزر الحرارية : ٣٥٣ (٦٠)

— حرارية : ٣٦٧ (٢٢٧)

— فيريتاس الحرارية : ٣٩٨ (٦٢٠)

حلي زجاجي : ٢٦

حمأ : ١٦٧ ، (٦١)

حي أبو السعود : ٢٠

حرف الحاء

خاية : ٣٨٤ (٤٣٧)

خاصة الادمصاص : ٣٠٥

— شعرية : ٢٩٩ ، ٣٠٣ ، ٣٥٢ (٦٨)

خاصة غروية : ٢٤٨ ، ٢٥٣

— ، أنواع : ٢٥٤ .

خاصة اللازية : (انظر في لازية) ٣٠ ،

٣٨٥ ، (٤٤٥)

— — الحرارية : ٢٩١

خام : ٣٨١ (٤٠٩)

— ألومنيوم : ٤٦

— تنقية بطريقة مور : ٣٠٧

خبث : ٣٩٢ (٥٢٦)

خرار : ٢٢

خرز : ٢٣

خرسانة خزفية ، ٣٥٤ (٦٩)

خزاف : ٣٥٥ (٨٠)

خزف : ١٧ ، ١ ، ٣٥٥ (٧٩ ، ٧٨ ، ٧٥)

٣٧٥ (٣٢٨) ، ٣٩٤ (٥٧٤)

— استعمال في الطاقة النووية : ١٨

— اسكندراي : ٢٤

— إسلامي : ٢٠

— بورسيلان (انظر في بورسيلان)

— ، تطور صناعة : ١٩

— ، — — في مصر : ١٩

— ، تعريف : ٣ ، ١

— ، تقسيم : ٣

— حجري : (انظر في خزف زلطي)

— زلطي : ٥ ، ٦ ، ٧ ، ٨ ، ٣٩٤ (٥٥٧)

— شعبي : ٢٥

— صيني (انظر في صيني)

— طيني : ٤ ، ٥ ، ٧ ، ١٠ ، ١٧ ، ٣٥٦

(٨٠)

— غير مسامي : ٧

— فاطمي (انظر في إسلامي)

— فخار : (انظر في فخار)

— غني : ٨ ، ٢٢ ، ٢٥ ، ٢٦

— قداماء المصريين : ١٩

— كيميائي : ٩

— مخلق : ١٠ ، ٣٩٥ (٥٧١)

— مسامي (انظر في فخار) ٤ ، ٣٨٥ (٤٥٤)

خزف ، معنى كلمة : ١

— معرى حديث : ٢٣

— ممالك : (انظر في إسلامي)

— ، منتجات : ٩

— مواد أولية : ٣١

— ، هيئات فنية وعلمية ١٦ ، ١٧

— ، هيئات فنية وعلمية مصرية : ٢٨

خزنة حرارية : ٣٥١ (٣٢)

خشب الأوبال (انظر في أوبال الخشب)

خط الازدواج : ٣٥٧ (١١٥)

خطط علمية : ٣٨٧ (٤٦٨) ، ٤٠٩

خلية جذب كهربى : ٢٦١

— كهر حرارية : ٣٩٦ (٥٨٤)

خواص الطين الحرارية : ٢٢١

— — وعلاقتها بالمعامل السطحي : ٢٣٩

— المحاليل الغروية : ٢٥٨

— منتجات الطين وعلاقتها بالمعامل السطحي :

٢٤٠-

حرف الدال

داسيت : ١١٣ ، ٤١٦ (١٠٦)

دبال : ٥٠ ، ٢٧٦ ، ٣٧٢ (٢٩٠)

دخان : ٢٥٤ ، ٣٩٢ (٥٣٤)

درجة انتقال : ٧١

— انصهار : ٣٧٨ (١٦٤)

درجة إنهاك : ٤٠١ (٦٤٦)

— أيوتيك : ٣٦٥ (٢٠١)

— تحول : (انظر في درجة انتقال)

درجة تعادل كهربى : ٣٧٤ (٣١٩)

— خماسية : ٣٨٨ (٤٨٢)

— رباعية : ٣٨٨ (٤٧٩)

— صهر : ٣٦٩ (٢٥٢)

درجة لازية : ٣١٧

— ليونة : ٣٩٣ (٥٤١)

— نعومة : ٢٤٥

— نقاء الطين : ١٦٣

دقيقة : ٢٣٥ ، ٢٤٩ ، ٢٥٣ ، ٣٧٩ (٣٧٧)

— ، أبعاد : ٢٣٥

— ، أنواع : ٢٣٥

— ، تغير شحنات : ٢٦١

— ، تقدير الأبعاد النسبية : ٢٥٩

— حالات ترسيب : ٢٧٦

— ، السيليكا : ٢٨١

— ، شحنات : ٢٦٠

— الطين : ٢٨١

— — الصينى : ٢٤٧

— ، عوامل ترسيب : ٢٧٩

— ، الفلسبار : ٢٥٧

— ، قواعد ترسيب : ٢٧٧

— ، الكبريت : ٢٥٧

— ، مصادر شحنات : ٢٦٢

— للمواد الحشنة : ٢٥٧

— مياة للسوائل : ٢٥٧ ، ٢٧٤

— — للماء : ٢٥٦ ، ٢٦٦ ، ٣٧٢ (٢٩٥)

دقيقة نافرة من السوائل ٢٥٧ ، ٢٧٤

دقيقة نافرة ، الماء : ٢٥٧ ، ٣٧٣ (٢٩٦)

دمليج زجاجي : ٢٣

دهان : ٣٨٢ (٤١٥)

— جيري : ١٤

دهس : ٣٨٧ (٤٧٢)

دورق ماء : ٢٦

— معامل : ٢٧

دورية : ٣٨٣ (٤٢٧) ، ٤٠٧

دولاب تحقيف : ٣٦٢ (١٦٦)

— تشيك : ٣٩٠ (٥٠١)

دولوميت : ٩٠

— ، مادة الأمنت المائي : ١٤

— ، مادة جيرية : ٨٨

— ، في طمى النيل : ١٦٩

دوليريت : ١٤٣ ، ٤١٦ (١١٥)

دياسبور : ١٤٤ ، ٣٢ ، ٢٨٣ ، ٤١٦ (١١٠)

ديكايت : ٣٣ ، ٤١٦ (١١)

ديوريت : ٤٨ ، ١٠٤ ، ١١٣ ، ٤١٦ (١١٣)

— ميكاني : ١٤٠ ، ٤١٩ (٢٢٢)

حرف الدال

ذهب غروي : ٢٦٨ ، ٢٧٤

— ، كلوريد : ٢٦٨

ذوبان الأملاح : ٢١٥

ذوبان المواد الطينية : ٣٤ ، ١٧٨

حرف الراء

رائحة : ٣٨١ (٣٩٩)

راسب شاقب : ٣٢

— طيني : ٤٩

راسب طيني هوأى : ٥٢ ، ٣٤٩ (٨)

— قشري : ٣٧٣ (٣٠٦)

ربو الخزافين : ٣٨٦ (٤٥٨)

رجل الديك : ٣٩٤ (٥٥١)

رخام : ٨٧ ، ٨٩ ، ٤١٩ (٢١٣)

رسالة : ٣٨٢ (٤١٦) ، ٤١٠

رشيح : ٣٦٦ ، ٢٨٧

رصة : ٣٩٤ (٥٥٣)

رطوبة : ٣٧٢ (٢٨٨) ، ٣٧٩ ، (٣٨١)

رغوة : ٢٥٤ ، ٣٦٨ (٢٤٠)

رقم أيدروجيني : ٢٦٤ ، ٢٨٤ ، ٢٨٦ ، ٢٨٧

٣٨٣ (٤٣٣)

— — للطين : ٢٨٥

رقم اللازية : ٣٢٤ ، ٣٨٥ (٤٤٦)

ركام : ٣٩٦ (٥٩٠) ، ٤٤٣ (٣٣١)

ركود : ٣٦٨ (٢٣٢)

— الدقائق : ٢٧٧ ، ٣٥٦ (٩٦)

رماد أسود : ٢١٨

— بركاني : ١٧١ ، ١٧٢ ، ٣٩٩ (٦٢٩) ،

٤٢٣ (٣٤٠)

عظام : ٣٥٢ (٤٩)

رمسيس الثاني : ١٩

رمل : ١٠ ، ١٤ ، ٧٨ ، ٣٠٦ ، ٣٢٢ (٢٨٥)

— أبيض : ١٠ ، ١١ ، ٢٧ ، ٨٠ ، ٣٠٥ ،

٤٢٣ (٣٤٩)

— — بلعبي : ٢٧

— أتاوة : ٢٨٢ ، ٤٢٠ (٢٤٩)

— أحمر : ٧٩ ، ٤٢١ (٢٧٦)

زاج أزرق : ٣٥٢ (٤٤)
 زجاج : ١٠ ، ٩ (٢٥٧)
 - السليكا : ٣٨٨ (٤٨٠) ، (٦٢٥)
 - ضوئي : ١٠ ، ٣٨١ (٤٠٦)
 - فاطمي : ٢١
 - قدماء المصريين : ١٩
 - كسر : ٢٧ ، ٣٥٩ (١٣٦)
 - الكوارتز : (انظر في زجاج السليكا)
 - ، لحام : ١٥
 - مائي ٩٩ ، ١٠١ ، ٤٠٠ (٦٣٤)
 - مصرى حديث : ٢٦
 - متعجات : ٩
 - النواقد : ١١ ، ٤٠٠ (٦٤٢)
 - وعاء : ٩
 - زجاجي : ٣٩٩ (٦٢٦)
 - زخرف : ٣٥٩ (١٤٤)
 - زخرقة : ٣٥٩ (١٤٣)
 - تحت التزجيج : ٣٩٨ (٦١٤)
 - فوق التزجيج : ٣٨١ (٤٠٢)
 - زرق : (انظر في زركون)
 - زركون : ٨ ، ١٠٦ ، ١١٩ ، ١٢٦ ، ١٣١ ، ١٤١
 - عدم تحلل : ١١٩ ، ١٣١
 - زركونيا : ٤٠١ (٦٤٨)
 - زفير : ٧٥ ، ٤٢١ (٢٨٨)
 - كاذب : ٧٥
 - زلال البيض : ٢٥٧ ، ٢٦١
 - زلط : ٧٧ ، ٩٦ ، ٢٤٠ ، ٤١٧ (١٣٧)

رمل أصفر : ٧٩
 - ، ألوان : ٨٠
 - ، أنواع : ٨٠
 - ، في التربة الزراعية : ١٦٩ (٣٠٧)
 - صحراوي : ٧٩ ، ٤١٦ (١٠٩)
 - ، في الطين : ١٥٤
 - ، من الكوارتز : ٦٧ ، ٦٩
 - ، مادة أسمنت أولية : ١١
 - ، مادة خشنة : ٨١
 - مسحوق : ١٠
 - نقي (انظر في رمل أبيض) ، ٤٢١ (٣٦٩)
 - نهري : ٧٩ ، ٣٠٦ ، ٤٢١ (٢٨١)
 - روتيل : ١٥٠ ، ١٦٩ ، ١٨٨ ، ١٩٣ ، ٤٢١
 (٢٨٤)
 - رياكوليت : ٤٢١ (٢٧٩)
 - ريم : ٢١١ ، ٣٩٠ (٥١١)
 - أبيض : ٢١٢
 - أخضر : ٢١٢
 - بني : ٢١٢
 - حديدي : ٢١٢
 - ريم فاناديومي : ٢١٢
 - كبريتات الكالسيوم : ٢١١
 - رينيسيلياريت : (انظر في استياتيت ، سانت
 لورانس) ، ٤٢١ (٢٧٧)
 - ريوليت : ٤٢١ (٢٨٠)
 (حرف الزاي)

زاج أبيض : ٤٠٠ (٦٤٠)
 - أخضر : ٣٧١ (٢٦٩)

سقيز (انظر في زفير)
 — كاذب : (انظر في زفير كاذب)
 سل الخرافين : ٣٨٦ (٤٥٩)
 سلتريان : ٦٢ ، ٤١٥ (٧٥)
 سلقون : ٣٧٩ (٣٧٦)
 سناد كبرى : ١٦٧
 سيكتيت : ٣٩ ، ٤٢٢ (٣١٠)
 سولوفان : ٢٥٥ ، ٢٧١
 سيانيت (صخر) : ١١٣ ، ١٤٤ ، ٤٢٢
 (٣٢٣)
 — معدن : ٤١ ، ١٠٦ ، ٤١٦ (١٠٥)
 سيانيد الزئبق القوي : ٢٧١
 سيديريت : ١٣٩ ، ٤٢٢ ، (٣٠٠)
 سيراميك (كلمة) : ٧٦ ، ١ : (٧٥ ، ٧٨ ، ٧٩)
 — ، تحليل : ١٧٠
 سيفر : ٣٣
 سيليسكا : ٤١ ، ٣٩١ (٥٢٠)
 — ، عدد حراري : ٦
 — ، ثيو : ٢٠٦
 — جزئية البلور : ٧٥ ، ٢٨٢
 سيليكازجاجة : ١١ ، ١٤
 — ، صور تاصلية : ٦٢
 — ، غروية : ٢٨١ ، ٢٨٣
 — غير متبلورة : ٧٦ ، ٤١٣ (١٨)
 — مائية : ٣١٨ (٢٠٨)
 — متبلورة : ٦٧
 — معادن : ٦٧

— مكس : ٩٣ .
 زلطة ٨١ ، ٣٨٣ (٤٢٤) .
 زلعة : ٤ ، ٣٩٢ (٥٣٣)
 — مغربي : ٢٤ .
 زهرية : ٦ ، ٢٥ .
 زيادة نسبة الجير في الطين : ٢٢١ .
 — — السيليكات في الطين : ٢٢١ .
 — — مكوبات الطين : ٢١٩ .
 زيت بذر السكتان : ٣٠٧ .
 زير : ٤ ، ٤٠٠ (٦٣٥) .
 حرف السين
 سائل رقرق : (انظر في مائع)
 ساليا الضوئية : ٣٨١ (٤٠٧)
 سانسكريتية (لغة) : ٣٩٠ ، (٥٠٨)
 سانيلين : ٤٢١
 ساندين صوديومي : ٤٢٠ (٢٣٦)
 — فيزوفيا : (انظر في زياكوليت) ٤٢٣
 (٣٣٨)
 سبب (مقطع كلمة) : ٢ ، (٥١٠)
 سيكة : ٨
 سد : ٣٦٣ (١٨٠)
 سربنتين : ١١٠ ، ١٤٠ ، ١٨٧ ، ٢٠٠ ،
 ٤٢٢ (٢٩٧)
 — تحليل : ١٤٤
 سرج : ٣٩٠ (٥٠٣)
 سفنجة : ٣٩٤ (٥٤٩)

سيلكات : ١٠٥

— أحادى الكالسيوم المائية : ١٢

— ألومينا الجير : ١

— ألومنيوم مائية : ١٠٨

— ، انصهار : ١٧

— أورثو : ١٠٥

— بوتاسيوم : ٩٩

— ، تحت : ١٠٧

— ، ثيو : ٢٠٦

— صوديوم : ٩٩

— غروية : ٢٨٣ ، ٢٨٧

— كالسيوم ألومنيوم وحديد معقدة : ١٢

— مائية : ١٠٨ ، ٢٨٠

— متعددة : ١٠٧

سيلكات ، ميتا : ١٠٦

سيليكوزيز : ٣٩٢ (٥٢٤)

سيلكون : ٣٩١ (٥٢١)

سيلكونات : ٣٩١ (٥٢٣)

سليمانيت : ٤٨ ، ٤٩ ، ١٠٦ ، ٢٨٣ ، ٤٢٢
(٣٠٥)

سيلينيو غروى : ٢٧٠

سيلولوز : ٢٥٥ ، ٣٠٩

سيموليت : ١٠٩ ، ٤١٥ (٨٦)

سينويت : ٤٨ ، ٤٢٢ (٣٠٨)

حرف الشين

شب : ٥ ، ٢٨٠

شبه معلق : ٣٩٥ ، (٥٦٨)

شبيه الطين : ١٧١

— الفلسبار : ١٢٠ ، ٤١٧ (١٣٣)

شحم : ١٤

شفة دقائق الطين : ٢٨٤

شراب الفقاع : ٢٢

شرح : ٣٥٨ (١٢٧)

الشركة العامة لإنتاج الحراريات والفخار : ٢٥

شروبيريت : ٤٨ ، ٤٢١ (٢٩١)

شطية : ٣٩٤ (٥٤٨)

شعاب مرجانية : ١٣

شعيرة : ٢٥٣

شفافية : ٣٩٧ (٥٩٧)

— جزئية : ٣٩٧ (٥٩٦)

شقاقة : ٩٦

شك (تجمد : ٣٩١ ، ٥١٦)

— النصيص : ١٥ ، ٣٨٤ (٤٤١)

شيرت : ٧٧ ، ٢٨٢ ، ٤١٥ (٧٨)

شيروز : (انظر فى أبيض الرصاص)

حرف الصاد

صابونه الخياط : ٩٨ ، ٤٢٢ (٣١٢)

صبغ : ٣٦٣ (١٧٨)

صحن : ٣٨٥ (٤٤٨)

صخر اسوان قاعدى : ١١٣

— بازلق :

— بركانى : ١٣ ، ١٠٤ ، ١١٦ ، ١٧٠ ،

— — ، قاعدى : ١٣٨ ، ١١٩ ، ١٠٥ ،

١٤٣ ، ١٩٣ ، ٤١٤ (٤٤)

— — ، — — تحلل : ١٤٣

صخر نارى متداخل : ١٢٣ ، ٤١٨ (١٧٩)

مقل سطح الجسم : ٣٦٦ (٢١٥)

صلادة : ٣٧١ (٢٧٧)

صلد : ٣٧١ (٢٧٤)

صلصال : ٣٥٦ (٩٢)

صمغ : ١٥ ، ٢٩٠

— عربى : ٢٥٧ ، ٢٦١ ، ٢٦٨ ، ٢٧٤

صناعه الأسمنت فى مصر : ٢٧

— الحزف : ١٥

الفخار : ٣٨٦ (٤٦١)

صناعى : ٣٧٤ (٣٠٩)

صندوق صناعه القالب : ٣٨٠ (٣٨٨)

صوان (انظر فى زلط)

صودا أورثوكليز : (انظر فى اورثوكليز

صوديومى)

صودا القسيل : ١٠١

صوداليت : ٢٨٣ ، ٤٢٢ (٣١٧)

صودا ميكروكلين : (انظر فى ميكروكلين

صوديومى)

صينى : ٦ ، ٣٥٥ (٨٣)

— زجاجى : ٣٩٩ (٦٢٧)

— طرى : ٣٩٣ (٥٤٠)

— العظام : ٣٥٣ (٥٠)

٤٢٣ (٣٤٢)

— — ، تحلل : ١٤٣

صخر جبرى : ١٢٩ ، ١٢٩ ، ١٥٤ ، ١٦٤ ،

٤١٤ (٦٤)

صخر ذوكولة جزئية : ١٤٨ ، ٣٩١ (٥١٥) ،

٤٢٢ (٢٩٥)

— راسب : ١٢٩ ، ١٣٠ ، ٤٢٢ (٢٩٣)

صخر رملى : ٧٨ ، ١٢٩ ، ١٣٠

صخر طينى : ١٢٩ ، ١٣٠ ، ٤١٤ ، (٣٢)

صخر فلسبارى : ٦٣ ، ٤١٧ (١٣٢)

— نارى : ١٠٣ ، ١٠٤ ، ١٢١ ، ١٢٦ ،

١٣١ ، ١٣٣ ، ١٤٤ ، ١٥٥ ، ٣٧٣ (٣٠١) ،

٤١٨ (١٧٤)

— — ، أنواع مصرية : ١١٢ ، ١١٣

— — ، تجرية تحلل : ١١٨

— ، تحلل ٢١٨

صخر فلسبارى : تركيب : ١١٠

— — ، مقارن : ١١١ ، ١١٦ ، ١٢٩ ، ١٣٠

— — ، تكوين معدنى : ١١٠

— — ، جوفى : ١٠٤ ، ١٠٤ ، ١١٦ ، ٤٢١

(٢٦٠)

— — ، حامض : ٣٣ ، ١٠٤ ، ١٢١ ، ١٣١ ،

١٣٩ ، ١٤٣ ، ١٤٨ ، ١٥٠ ، ٤١٣ (١)

— — ، حموضة : ١١٦

— — ، عوامل تحلل : ١١٨ ، ١١٩

— — ، قابلية تحلل : ١١٩

— قشر البيض : (انظر في صيني ياباني) ،
٣٦٤ ، (١٨٣)
— ياباني : ٣٧٤ (٣٢١)

حرف الضاد

ضار : ٣٦٠ (١٤٩)
ضباب : ٢٥٤ ، ٣٧٩ (٣٧٨)
ضغف الادمصاص : ٣٠٥
الضفط الآلى لقياس لازية الطين : ٣١٩
— الانهاك : (انظر في درجة الإنهاك)

حرف الطاء

طاجن : ٢١ ، ٩ ، ٣٥٨ (١٢٣)
طاحون بني : ٢٦٦ ، ٢٨٢

— رحي : ٢٨٢

— غروى : ٢٦٦

طاقة نروية : ١٨

طباشير : ٨٨ ، ٤١٥ (٧٧)

طبق : ٣٦١ (١٦٢)

— طعام : ٢٥

طبقة حافظة : ٣٩٨ (٦١٩)

ضبة هلمولز : ٢٦٤ ، ٣٧١ (٢٧٩)

طحن رطب : ٢٨٥ ، ٣٧٦ (٣٣٦)

طرابلس : ٤٢٣ ، ٨٥ (٣٣٧)

طرد الهواء من الطين : ٣٥٩ (١٣٧)

طريقة آشلى لتقدير غروية الطين : ٣٠٩

— امبلى لقياس لازية الطين : ٣٢١

— بنجام وجرين لقياس لازية الطين : ٣٢٠
— التشغيل اليدوى لقياس لازية الطين ٣١٩
— تشويه الكرة لقياس لازية الطين : ٣٢٠

— التفتيت لتحضير المحاليل الغروية : ٢٦٥

— التكتيف لتحضير المحاليل الغروية : ٢٦٨

— الحبل المثنى لقياس لازية الطين : ٣١٩

— زيجموندى لاختبار الخواص الضوئية

للمحاليل الغروية : ٢٥٨ .

— طريقة الضفط الآلى لقياس لازية الطين

٣١٩

— مور لتقية الخامات : ٣٠٧

— ميللور فى التحليل الاستنتاجى : ١٧٨

طعم : (٥٧٥)

طفال : (أنظر فى طفل)

طفل : ٥٠ ، ١٦٠ ، ١٦٢ ، ٢٩٧ ، ٤٢٢

(٢٩٨)

— اسنا : ٢٠٧ ، ٢١٠ ، ٢٢٥ ، ٤١٦

(١٢٥)

— ، تركيب

— القطم : (أنظر فى طينة القطم)

طالق : ٤٤ ، ٤٥ ، ٩٧ ، ١٤٤ ، ٤٢٢

(٣٢٦)

— كاذب : ٣٩ ، ٤٢١ (٢٦٧) .

طعى : ١٦٩ ، ١٧٦ ، ٢٩٧ ، ٣٩٢ (٥٢٥) .

٤٢٢ (٣٠٦)

— النيل : ١٦٩ ، ١٧٦ .

— أوهيو : (انظر في كاوليت أوهيو)
طين بازلتي : ١٤٣ ، ١٧٦ ، ٤١٤ (٤٣)
طين بحري : (انظر في طينة بحرية)
طين بركاني : ١٧١ ، ١٧٦ ، ٤٢٣ ، (٣٤١)
— ، بنية : ٢٣٥
— ، — عينة : ٣١٥
— بوهيمي (انظر في كاوليت بوهيمي)
— ، تأثير الأملاح في غروية : ٢٨٨
— ، — بوليت : ٣٢٦
— ، — التقاد في لازية : ٣١٩
— ، — الحرارة في غروية : ٢٨٩
— ، — الزمن في غروية : ٢٨٨
— تيني : (انظر في طينة تيني)
— تجاري : ٢٨١
طين ، تحليل استتاجي : ١٧٨
طين ، تحليل كيميائي : ١٨٢
— ، تركيب : ١٧٧
— ، تفسير لازية : ٢٩٤ ، ٣١٣
— ، تقدير لازية : ٣٢٢
— ، — ماء لازية : ٣٢٣
طين ، تقسيم : ١٤٧
— ، تكوين : ١٠٣
— ، تور سطحي : ٢٩٨ ، ٣٠٢
— ، ثابت ادمصاص : ٣٠٩
طين التنظيف : انظر طين صابوني
طين ثانوي : (انظر في طينات) ١٢٦
١٢٧ ، ١٤٨ ، ٣٩١ (٥١٣)

طوب : ٧ ، ٢٥ ، ٣٥٣ ، (٥٤)
— أجوف : ٢٧٢ (٢٨٤)
— أسمى : ١٤٥
— بلدي : ٣٥٧ (١٠٤)
— بناء : ٤ ، ٧ ، ٣٩٤ (٥٦٠)
— حراري : ٢٥ ، ٢٦ ، ١٨٧
— ديامل : ٣٦١ (١٥٦)
— رصف : ٣٨٢ (٤٢١)
— زركونيا : ٤٠٤ (٦٤٩)
طوب مدخن : ٣٩٢ (٥٣٥)
— نبيء (انظر في لبن)
— وجهات : ٣٦٦ (٢١١)
طية (مدينة) : ١٩
طين : ١٠ ، ١٤ ، ١٣ ، ٣١ ، ٣٧٦ (١٣٣)
(٣٣٤) ٤١٥ ، (٨٧)
طين إبرنهان : ٣٢٦ ، ٤١٦ (١١٧)
— ادمصاص : الرطوبة / ٣٢٦
— أرمل (انظر في طينة أرمل)
— أسوانلي : (انظر في طينة أسوان)
— ، اشتقاق الاسم : ٣١
— ، أصل : ١٠٣
— ، أملاح ذائبة في : ٢٠٦
— ، انهاك : ٣١٦
— ، أنواع : ١٧٣
طين أولى (انظر في كاولينات) : ١٢٦ ،
١٤٨ ، ١٤٩ ، ٣٨٧ (٤٦٦) ، ٤٢١ (٢٦٦)

-- ، تركيب
 -- ، ثابت ادمصاص : ٣٠٩
 -- ، من حجر كورنول : ٦٥
 -- ، دقائق : ٢٤٧
 -- ، رقم أيدروجيني : ٢٨٥
 -- ، عدد لازية : ٣٢٢
 -- ، فرزه للأملاح الدائبة : ٢٠٩
 -- ، مادة طينة كروية : ١٧٣
 -- ، نوايج تحليل : ١٨٢
 -- ، نوع من السكولين : ١٧٣
 -- طبقات الفحم : ٤١٧ ، ٣٦٧
 -- طبق : (أنظر في طفل)
 -- ، عدد اللازية : ٣٢٢
 -- ، عوامل غروية : ٢٨٩ ، ٢٨٨ ، ٢٨٥
 -- ، غروية : ٢٨٠
 -- ، الفخار : ٣٦٩ ، (٢٤٣)
 طين ، فعل البكتيريا بغروية : ٢٨٩
 طين ، فعل البكتيريا بلازية : ٣٠٩
 -- ، المواد العضوية بلازية : ٣٠٩
 -- ، فلدشتين : ٣٢٦ ، ٤٢٣ (٣٤٥)
 -- ، قدماء المصريين : ٣١٠ ، ٤١٦ (١١٩)
 -- ، قواعد حساب التكوين المعدني : ١٨٩
 -- ، قوانين جزئية معادن : ١٨٧
 -- ، قوة تماسك عجائن : ٣٠٣ ، ٣٠٤
 -- ، قياس غروية : ٣٢٧
 -- ، لازية : ٣١٨
 طين ، لازية : ٢٩١

طين ثانوي حراري : ٦
 طين تلجي : (أنظر في طينة تلجية)
 طين ، جدول تقسيم : ١٧٣
 -- ، جذب جزئي : ٣٢٢
 -- ، حالات عجائن : ٣٢٤
 -- ، حساب التكوين المعدني : ١٨٦
 -- ، قوة تماسك عجائن : ٣٠٤
 -- ، خامة أسمنت : ٢٨
 -- ، خفض ماء عجن : ٢٨٧
 -- ، خواص من المعامل السطحي : ٢٣٩
 -- ، المتجات من المعامل السطحي : ٢٣٩
 -- ، درجة أقصى انتشار دقائق : ٢٨٧
 -- ، -- ، انهاء : ٣١٦
 -- ، -- ، لازية : ٣١٧
 طين ، دقائق : ٢٨١
 طين رخو : ٤٩
 -- ، رقم أيدروجيني : ٢٨٥
 -- ، لازية لأريديج : ٣٢٤
 -- ، زلطي : ٢٨١
 -- ، سوائل وسط انتشار : ٢٨٤
 -- ، سيناء : (أنظر في كاولين سيناء)
 -- ، صابوني : ٢٩٠
 طين ، صخور : ٤٩
 -- ، صمغي : (أنظر في طفل)
 طين صيني : ١٥٣ ، ٤١٥ (٧٩) ، ٤١٦
 (١٢٢)
 -- ، من تحليل الأورثوكليز : ١٣٤ ، ١٣٥

— لوتزيم : ٤١٩ ، ٣٢٦ (١٩٨)

— لوتيان : ٤١٩ ، ٣٢٦ (٢٠٨)

— ، لون بعد تسوية : ٢٢٢

— ليمور الإنجليزى : (٢٠٠)

— ، ماء الارتباط : ١٠٨ ، ٢٢٠

— ، ماء أغشية : ٢٩٧ ، (٢٠٩)

— ، ماء تلين : ٢٩٧

— ، ماء لازية : ٣١٧

طين متبق : (أنظر فى كاولينات) ١٢٦ ،

١٤٧ ، ١٤٨ ، ١٥٠ ، ٣٨٧ (٤٦٦) ،

٣٨٩ (٤٩٢) ، ٤٢١ (٢٧٨)

— ، مساحة مسطح جسيات : ١٨٥

طين مصرى : ١٤٩ ، ١٥٢ ، ١٥٨ ، ١٦٣ ،

١٦٤ ، ١٦٥ ، ١٦٦ ، ١٦٧ ، ١٦٨ ،

١٧٠ ، ١٧١

— ، مضار الكبريت : ٢٠٥

طين ، معادن : ١٧٧

— ، معامل سطحي : ٢٣٨

— ، مكافئات جزئيات معادن : ٩٨٧

— ، مكس : ٩٥ ، ٨

طين منقول (أنظر فى طينات) ، ١٤٨ ، ٤٢٣ ،

(٣٣٥)

— ، مواد : ٣١

— ، عضوية به : ٢٠٤

— ، عيسورى : ٢٤٨ ، ٤٢٠ (٢٢٧)

— ، نعومة : ٢٣٦ ، ٢٤٥ ، ٢٤٦

— ، نقاء : ٢٠١

— ، نواتج انتقال : ١٢٧

— ، نيوجرسى الحرارى : ٤٢٠ (٢٤٠)

طين هوائى : ٤٧ ، ٣٤٩ (٨) ، ٤١٣ (٣)

(أنظر فى طينة كتيب)

— هيرتسو : ٣٢٦ ، ٤١٨ (١٦٧)

طين ، وجود : ٣١

— ، الفليبار فيه : ١٤٧ ، ١٥٠ ، ١٦١ ،

١٦٨ ، ١٨٦

طينات : ١٤٨ ، ١٥٤ ، ٣٩١ ، (٥١٣) ،

٢٩٧ (٥٩٨)

— ادمصاص الجزئيات الكبيرة : ٣١٠

— تحليل كيميائى : ١٨٢

— درجة لازية : ٣١٧

طينات ذات خواص حرارية عالية : ٢٥ ،

١٥٦ ، ٤١٨ (١٦٦)

طينات ذات خواص حرارية متوسطة : ١٦١ ،

٤١٩ (٢١٨)

طينات سهلة الانصهار : ٤ ، ١٦٣ ،

— مادة الفخار : ٤ .

— معادن : ٣٢ ، ٣٨

— نواتج انتقال الطين : ١٢٧

— نواتج تحليل الأنواع للصربية : ١٨٤

— الولايات المتحدة الأمريكية : ٢٨٥

طينة ابلز : (أنظر فى طينة السباكة)

— ارمل : ١٦٥

— أسوان : ١٦٣

— ميليسية : ١٦٣

— عامة : ٢٢٥ ، ٢٥
 — كروية : ١٦٠
 — — — استعمال في التزجيج : ٢٥
 — — مفروزة : ١٦٣ ، ٢٥
 — الومينية : (انظر في مادة حرارية الومينية)
 طين بحرية : ٥١
 — بورسيلان يضاء : (انظر في انديانيت) ، ٤٢٣ (٣٤٨)
 طينة يضاء : ٤٢١ ، ١٥٦ ، ٥ (٢٦٥)
 — تينى : ١٧٥ ، ١٦٥ ، ٢٤
 طينة ثلجية : ١٧٦ ، ١٧٠ ، ١٥٤ ، ٥١ ، ١٧٦ ، ٤١٧ (١٥٧)
 — جبل الزازات : ١٦٨
 — جورجيا : ٤١٧ ، ١٥٥ (١٥٣)
 طينة جيرية : ١٧٥ ، ١٦٤ ، ١٦٢ ، ٥ ، ١٧٥ ، ٤١٤ (٦١)
 طينة حديدية : ٤١٧ ، ١٧٥ ، ١٢ ، ٥٠ (١٣٥)
 طينة حرارية : ٤١٧ ، ٦ (١٣٦)
 طينة دياتومية : ٤١٦ ، ٨٤ (١١٢)
 طينة رابطة حرارية : ٤١٤ ، ١٧٤ ، ١٦٠ (٥١)
 طينة ركام : ٣٩٦ ، ١٧٠ ، ٥١ (٥٩٠)
 طينة زلطية حرارية : ٤١٧ ، ١٧٤ ، ١٥٩ (١٣٩)

— سباكة : ١٦٤ ، ١٧٥ ، ٣٤٤ (٤١٩)
 (٢٠٥)
 — سوهاج : ١٨٤
 طينة سيليسية : ١٦٣ ، ١٧٥ ، ٤٢٢ (٣٠٢)
 — شبرا : ١٨٥
 — طرة : ١٦٥ ، ١٨٥ ، ١٧٩
 — فلوريدا : ١٥٦ ، ٤١٧ (١٤١)
 طينة قارية : ١٦٧ ، ٤١٤ (٥٣)
 طينة قلوية : ٦ ، ١٦٦ ، ١٧٥ ، ٤١٣ (٨)
 طينة قنا : ١٨٤
 طينة كتيب : ٥٢ ، ٣٧٧ (٣٤٥) ، ٤١٩ (٢٠٦)
 طينة كربونية : ١٦٧ ، ١٧٥ ، ٤١٥ (٦٨)
 طينة كروية : ٣٩ ، ١٥٧ ، ٤١٤ (٥٧)
 — — إسوانى : ١٥٧
 — — ألمانية : ٣٠٨ ، ٤١٧ (١٥٤)
 — — إنجليزية : ١٥٧ ، ٢٨٦ ، ٤١٦ (١٢)
 — — تينى : ٢٨٦ ، ٣٠٨ ، ٣٢٢ ، ٤٢١ (٣٢٨)
 طينة لاصقة : (انظر في طينة كروية)
 — مائة : ٣٠٧ ، ٤١٧ (١٤٧)
 طينة مصرية : ١٥٥ ، ١٦٢ ، ١٦٣ ، ١٦٤ ، ١٦٥ ، ١٦٦ ، ١٦٧ ، ١٦٨ ، ١٦٩ ، ٢٠٧
 طينة النقطة : ١٦٥ ، ١٧٢ ، ١٨٥ ، ١٨٦ ، ٢٢٥

٤٥٦

طينة نهريّة : ٤١٣ (١١) ، (انظر في طمي)

طينيت : ٤١٥ ، ٣٥ (٩١)

حرف الظاء

ظاهرة التشابه البلوري : ٣٧٤ (٣٢٠)

ظاهرة تندال : (انظر في تأثير تندال)

حرف الميم

عازل حراري : ٢٦ ، ٨

— كهربي : ٢٥ ، ٨

عامل (رياضي) : ٣٦٦ (٢١٢)

— اختزال غروي : ٢٦٨

أكسدة غروي : ٢٦٩

— مجزئ غروي : ٢٦٦ ، ٢٧٦

عامود أسمنت : ٢٦

عثين : (انظر في تراب)

عجان : ٣٥٢ (٤٥)

عجينة باريس : ٣٨٤ (٤٤٠)

— تزجيج : ٢٧٦

— طينية : (انظر في صلصال) ، ٣١٥ ،

٣٥٦ (٩٢)

— رقيقة : ٣٩٢ (٥٣٠)

— مصيص : ٢٧٦

— يابسة : ٣٨٩ (٤٩٦) ، ٣٩٢ (٥٥٥)

عدد ذهبي : ٢٧٤ (٢٦٥)

— اللازمة : ٣٢٢

عدسة زجاجية : ١١

عديم التوافق : ٣٧٣ (٣٠٥)

عزل حراري : ٣٦٧ (٢٢٥)

عصر الذرة : ١٨

— فاطمي : ٢١

عصور وسطى : ٣٧٩ (٣٧٢)

عطر الترمستين : ٢٦٢

عقص : ٢٨٩

عقيق أبيض : ٤١٤ ، ٧٦ (٦٥)

— أحمر : ٤١٥ ، ٧٦ (٧٠)

— المياه العذبة : (انظر في عقيق أبيض)

— يمانى : ٧٦ ، ٤١٣ (٥)

علم الاشتقاق : ٣٦٥ (١٩٨)

— الأثروبولوجيا : ١٥ ، ٣٥٠ (٢٠)

— التربة : ٣٨٢ (٤٢٢)

عملية اختزال : ٢٦٨

— أكسدة : ٢٦٩

— تجزئة : ٣٨٣ (٤٢٥)

— فصل ٣٧٦ (٣٤٢) (استخلاص مائي)

— تجفيف : ٣٦٢ (١٧٣)

— تخمير : ٣٥٠ (١٨)

— تدخين : ٢٩٢ (٥٣٦)

— تزجيج : ٢٩٩ (٦٢٨) ، ٢٧٠ (٢٤٧)

— تزجيج : ٣٧٠ (٢٦١)

— تعبئة : ٣٨٢ (٤١٤)

— هضم كيميائي : ٣٦١ (١٦٠)

عنصر الثوريوم : ٢٤٠

— علق : ١٨

غروية حامض السيليك : ٢٨١، ٢٨٠، ٢٦١

— خلاصة القش : ٢٩٠

— ، خواص حركية : ٢٥٩

— ، — ضوئية : ٢٥٨

— ، — كهربية : ٢٥٩

— ، كيميائية : ٢٦٤

— الدخان : ٢٥٤

— الدم : ٢٨٠

— الذهب : ٢٦٨

— الرغبة : ٢٥٤

— ميانيد الزئبق : ٢٧١

— السليكا : ٢٨١

— السيليكات : ٢٨٩ ، ٢٨٢

— السيلينيوم : ٢٧٠

— الشب : ٢٨٠

— الضباب : ٢٥٤

غروية الطين : ١٢٢ ، ٢٨٠ ، ٢٨٤ ، ٢٨٥

٢٨٧ ، ٢٨٨ ، ٢٨٩

— ، أنواع : ٢٨٤

— ، تأثير القلوى : ٩٩ ، ١٠٠ ، ٢٦٨ ، ٢٨٨

— ، تقدير : ٣١٤

— ، عوامل حفظ : ٢٨٨ ، ٢٨٩ ، ٣١٠

— ، — رفع : ٩٩ ، ١٠٠ ، ١٠١ ، ٢٦٨

٢٧٤ ، ٢٨٧ ، ٢٨٨ ، ٢٨٩

— ، قياس : ٣٢٧

— الفضة : ٢٦٨

— الفلزات : ٢٥٧ ، ٢٦١ ، ٢٦٦ ، ٢٦٨

عوامل تحلل الصخور النارية : ١٢٢ ، ١٢٣

— ترسيب المحاليل الغروية : ٢٧٦ ، ٢٧٩

— تعرية : ١١٧

— خفض غروية الطين : ٢٨٧ ، ٢٨٨

٣١٠

— رفع غروية الطين : ٩٧ ، ٩٩ ، ٢٧٧

٢٨٨ ، ٢٨٩ ، ٣٠٩

— رفع لازية الطين : ٢٩٤ ، ٣٠٩

— مؤثرة في غروية الطين : ٢٨٥

عين الشمس : (انظر في أوبال)

— النمر : ٧٥ ، ٤٢٣ (٣٣٠)

— الهر : ٧٥ ، ٤١٥ ، (٧٤)

عيون حوان الكبريتية : ٢٦٩

حرف العين

غاز محيوس : ٣١٠ ، ٣١٢

غبار : (انظر في تراب)

غراء : ١٥

غروي : ٢٥٣ ، ٣٥٦ (٩٧)

— إضافي : ٢٨٠

— حافظ : ٢٧٤ ، ٣٨٧ (٤٦٩)

— كامن : ٢٨١ ، ٢٨٣

غروية الألومينا : ٢٨٣

— ايدروكسيد الحديدك : ٢٨٠ ، ٢٨٤

— البلاتين : ٢٦٨

— البنتونيت : ٢٨١

— ، تعادلهما : ٢٦٤

— متبلور : ٣٥٠ (١٧)
 — متجانس : ٣٧١ (٢٨٠)
 — متغير : ٣٧٤ (٣١٥)
 — متوافق : ٣٧٣ (٣٠٥)
 — مسامى : ٣٧٣ (٣٠٤) ، ٣٨١ (٣٩٦)

حرف الفاء

فاحص : ٣٨٩ (٤٩٥) ، ٤١٠
 فاحورة : ٣٨٦ (٤٦٢)
 فاراشيات : ٣٧ (١٢٦)
 فاطمين : ٢٠
 فايد : (بلد) : ٢٨
 قديوسيل : (انظر في سيليك زجاجية)
 ٣٩٩ (٦٢٥)
 فحم حيواني : ٣٠٧
 فخار : ٤ ، ٧ ، ١٩ ، ٣٨٦ (٤٦٠)
 (كلمة) : ١٠
 أبيض : ٥ ، ١٩ ، ٣٦٣ (١٨٠) ، ٤٠٠ (٦٣٩)
 أحمر : ٤ ، ٧ ، ١٩ ، ٣٩٦ (٥٨١)
 أنواع : ٤ .
 شيسترنى : ٣٥٦ (٨٦)
 — عادى : ٤ ، ٣٥٧ (١٠٥)
 — غير مترجج : ٣٥٨ (١٢٩)
 غفرانى : ٣٨٦ (٤٥٧)
 فرز الدقائق : ٢٨٠
 فرز غشائى : ٢٧١ ، ٣٦١ (١٥٥)
 — الطين : ٢٤٨ ، ٢٨٠
 — القشدة : ٢٦٣

غروية الفلسبار : ٢٥٨ ، ٢٨٤
 غروية الكاولينات : ٢٨٨
 — الكبريت : ٢٦٩
 — الكبريتيد : ٢٥٧ ، ٢٦١
 — الزئبقيك : ٢٧١
 — الزرنيخوز : ٢٧١
 — اللافلزات : ٢٥٧ ، ٢٦٩
 — اللين : ٢٨١
 غروية ، المحاليل : ٢٥٤
 — المستحلب : ٢٥٤
 — مباله للسوائل : ٢٥٦
 — نافرة من السوائل : ٢٥٧
 — هاليدات الفضة : ٢٥٧ ، ٢٧١
 — هلام : ٢٥٤
 غرين : (انظر في طمى)
 غزة : (مدينة) : ١٣ ، ٦٦
 غشاء : ٢٥٣ ، ٣٦٦ ، (٢١٧)
 — حافظ : ٣٩٨ (٦١٩)
 — شبه منقذ : ٢٥٥ ، ٢٧١
 — الماء : ٣١٥
 — ، سمك : ٣٠٤
 — ، للثانة : ٢٥٥
 — منقذ : ٣٨٣ (٤٣٠)
 غلاف مقاييس درجات الحرارة العالية : ١١
 غلاية : ٨ ، ٣٥٢ (٤٨)
 غمس : ٣٦١ ، (١٦١)
 غم : ٢ ، ٤٠١ (٦٤٣)
 غير لازب : ٣٨١ (٣٩٥)

— بوتاسيومى : ٥٥ ، ١٢٣ ، ٤٢١ (٢٦٣)
 — تحلل : ١١٩ ، ١٢٠ ، ١٢٢ ، ١٢٦ ،
 ١٣١ ، ١٣٧ ، ١٤٠ ، ١٤٢ ، ٣٣٣
 — تقدير فى الطين : ١٧٨ ، ١٨١
 — جبرى : ٥٥ ، ٦٠ ، ٦١ ، ٦٢
 — حساب : ١٨٣ ، ١٨٩ ، ١٩١ ، ١٩٢ ،
 ١٩٩ ، ٢٢٦
 — فى الخلطات الطينية : ٢٢٩
 — ذوبان فى حامض الأيدروكلوردريك
 المركز : ٥٧
 — فى الرمل : ٧٩
 — صخور : ٥٣
 — فى الصخور ذات الكولة الجزئية :
 ٦٤ ، ٦٥
 — فى الصخور النارية : ١٠٤
 — صناعى : ٥٨ ، ٤١٤ (٣٤)
 — صوديومى : ٥٥ ، ١٢٣ ، ٤٢٢ (٣١٤)
 — فى الطين : ١٦٢ ، ١٦٨ ، ١٨٦
 — غروى : ٢٥٧ ، ٢٨٣
 — قلوئى : ٦٣ ، ١١٥ ، ٤١٣ (٩)
 — مادة خشنة : ٩٦ ، ٢٤٠
 — متعدد سيليكات : ١٠٧
 — مساعد صهر : ٧
 — معادن : ٥٤ ، ٥٥ ، ٥٦
 — نقى : ٥٥
 — فليت : ١٣٤ ، ١٣٧ ، ٤١٧ (١٢٩)

فرق الجهد الكهربى للألومينا : ٢٨٤
 فرن : ٨ ، ٣٦٩ (٢٤٩)
 قرن دورى : ٣٧٤ (٣١٣) ، ٣٨٣ (٤٢٨)
 — ذو لهب مباشر : (انظر فى قمين)
 — عاكس : ٣٨٩ (٤٩٤)
 — قوس كهربى : ١١ ، ٣٥٠ (٢٤)
 — مستمر : ٣٥٨ (١٢٠)
 — مستور : ٣٨٠ (٣٩٠)
 فساد : ٣٦٠ (١٤٧)
 فسطاط (مدينة) ٢٠ ، ٢٤
 فيفساء : ١١ ، ٢٣
 فصل غشائى : ٢٧٢
 فضلات المذابح : ٢٧٦
 فعل البكتيريا والمواد العضوية بغروية الطين
 ٢٨٩
 — القلوئى بلزوجة الطين : ٢٨٨
 ققاع (شراب) : ٢٢
 ققاعة : ٢٥٣
 قعد الماء : ٣٦٠ (١٤٨)
 قنز : ٨
 — غروى : ٢٥٧ ، ٢٦٦ ، ٢٦٨ ، ٢٦٩
 فلسبار : ٦ ، ٥٤ ، ٤١٧ (١٢٨ — ١٣٠)
 — اشتقاق اسم : ٥٣
 — أصل الآلوفين : ٤٦
 فلبار : أصل المعادن الكاولينية : ٣٣
 — بديل : ٥٩

قلقة : ٣٩٢ (٥٣١)

فلورسبار : ١٢٤ ، ٤١٧ (١٤٤)

فلوريت : أنظر في فلورسبار : ٤١٧ (١٤٣)

فلوريد كالسيوم : (انظر في فلورسبار) ٣٠٦

قم الخليج (ص) : ٢٠

فنجان شاي : ٢٩٥ ، ٩ (٥٧٦)

فورمالدهيد : ٢٦٨ ، ٢٧٢

فوسفات : ٢٨٩

فوسفور أصفر : ٢٦٨

فوق أكسيد الأيدروجين : ٢٨٩

فولكونسكويته : ٤٢٣ ، ٢٧ (٢٥٨)

فياليت : ٤١٦ ، ١٠٥ (١٢٧)

فيانس : ٣٦٦ ، ٥ (٢١٣)

فيتريت : ٤٤٣ (٣٣٩)

فيش كهربى : ٨

حرف القاف

قائمة أسماء المعادن والصخور : ٤١٣

— المؤلفين : ٤٢٥

قابلية الانتشار : ٣٦١ (١٥٨)

— تحليل الصخور النارية : ١١٩ ، ١٢٠

— التشكيل : ١٦ ، ٣٨٠ ، ٣٨٧ (٣٨٧)

الحركة : ٣٧٩ (٣٧٩)

— الرشع : ٣٨٣ (٤٢٩)

— السك : ٢٤ ، ٢٦٨ (٢٣٤)

— الصهر : ٢٦٩ (٢٥١)

قابلية النفاذ : ٣٨٢ (٤٢٣)

قارورة : ٢٧

قيشاني : (انظر في تريجة قيشاني) .

قاطر ميره : (انظر في قاطر ميره)

قاطر ميز : ٢١

قاعدة توازن الوسط ٣٨٣ (٤٣١)

— حمل كهربى : ٨

— شولتز : ٢٧٨

قاموس المصطلحات : ٣٤٩ ، ٣٧٠ (٢٦٣)

قانون استوكس : ٢٤٧ ، ٢٧٨

— جزئي الأباتيت : ١١٩

— — أمنت بورتلاند : ١٢

— — أليت : ١٨٧

— — آلوفين : ١٠٩

— — امفيول : ١٠٦

— — أندالوسيت : ١٠٦

— — أنورثيت : ٥٤

— — أوجيت : ١٠٦

— — أورثوكلز : ١٨٧

قانون الأوليفين : ١٢٠ .

— — ايدروكسيد باريوم مائي : ٢١٣

— — ايلمانيت : ١٩٣

— — يروفيليت : ١٠٨

— — يروكسين : ١٠٦

— — يوتيت : ١١٠

— — دولوميت : ١٨٧

قانون جزئي الروتيل : ١٨٨

— — الزركون : ١٠٦

قمحي (لون) : ٣٥٣ (٤٧)
 قمرية : ٢٣
 قمين : ٣٧٥، ١٤ (٣٣٠)
 — تسوية الفخار : ٤٠١، ٢ (٦٤٤)
 — دورى : ٣٧٤ (٣١٤)
 — لفح صاعد : ٣٩٨ (٦١٧)
 — — نازل : ٣٦٢ (١٦٨)
 قناة توصيل : ٣٥٧، ١٢ (١١١)
 قنديل : ٢٦، ٢٣
 — زجاجى : ٢٧
 قنية : ٢٣، (٥٢)
 — زجاجية : ١١
 قنية مياه معدنية : ٦
 قواعد تحلل الصخور النارية : ١٢٠
 قوام : ٣٥٧ (١١٦)
 قوة تماسك عجائن الطين : ٣٠٣
 — طاردة مركزية : ٣٥٥ (٧٤)
 قياس غروية الطين : ٣٢٧
 — لازية الطين : ٣٢٧، ٣٢٢، ٣٢٠، ٣١٨
 قيم ثقب الناخل القياسية : ٣٢٧
 حرف الكاف
 كاد هدى : ٢٩٠
 كازبورندم : ٣٥٤، ٩٣ (٦٧)
 كاس : ٢١
 — القديسة هادويج : ٢٢
 كاميو : ٣٥٤ (٦٦)

— السربنتين : ١١٠، ١٢٥، ١٨٧
 — سلتريان : ١٩٠
 — سيانيت : ١٠٦
 — سيليمانيت : ١٠٦
 — — طلق : ١١٠
 — — معادن الطين : ٣١، ١٠٦، ١٠٧، ١٠٨
 ١٨٧
 — — الفلسبار : ٢٢٦
 — — المواد للتطيرة : ١٠٧، ١٢٤، ١٢٥
 — — الوليت : ١٠٧، ٤٩
 — — الليسكا : ١١٠
 قدح شراب : ٢٢
 قدر : ٤، ١٩، ٢٣، ٣٨٦ (٤٥٦)
 قدرة حصان ميكانيكى : ٣٧٢ (٢٨٧)
 قدماء المصريين : ١٩
 قديد : ٣٥٢ (٣٨)
 قراميد : ١٣
 قرصة : ٣٥١ (٣٥)
 قرين : ٣٩٩ (٦٢١)
 قطع زائد : ٣٧٣ (٣٠٠)
 قطع الكابيو : ٣٥٤ (٦٦)
 قطيرة : ٣٦٢، ٢٥٣ (١٧٠)
 قلابة : ٣٨٧ (٤٧١)
 قلة : ٥، ٢٣، ٣٦٩ (٢٥٣)
 قلوئى : ٩٩، ١٠٠، ٢٦٨، ٢٨٧، ٢٨٨
 ٣٠٢، ٣٠٧، ٣٠٩

كاولين سيليسى : ١٥٧ ، ١٧٣ ، ٤٢٢ (٣٠٤)

كاولين سيناء : ٢٦ ، ١٥٨ ، ١٨٣

كاولين طفلى : ١٥٤ ، ٤٢٢ ، (٢٩٩)

كاولين متبلور : ١٥١ ، ٤١٦ ، (٩٤)

فلوريدا : ٢٨٦ ، ٣٠٧ ، ٣٠٨ ، ٣٢٢ ، ٤١٧

(١٤٢)

— ، قانون جزئى : ١٨٧

— كارلسباد : ١٣٣ ، ٤١٥ (٦٩)

— كارولينا الجنوبية : ٢٤٧ ، ٣٠٨ ، ٤٢٢

(٣١٩)

— كارولينا الشمالية : ٢٤٧ ، ٢٨٦ ، ٣٠٧

٣٠٨ ، ٣٢٢ ، ٤٢٠ (٢٤٢)

— ، مادة غروية : ٢٨١ ، ٢٨٣

كاولين متبلور : ٣٥ ، ١٥١ ، ١٥٢ ، ٤١٦ (١٠٢)

— ، وجود : ٣٦

— ، مكون خزف غير مسامى : ٦

— ، مكون فى خلطة ترجيج الفخار

العادى : ٤

— ، مكون فى الصخور ذات الكولنة

الجزئية : ٦٤ ، ٦٥

— ميريلاند : ٣٢٢ ، ٤١٩ (٢١٢)

— ، ناتج تحلل : ١٢٠ ، ١٢٢ ، ١٢٦ ،

١٢٩ ، ١٣٥ ، ١٣٦ ، ١٤١ ، ١٤٣ ،

١٤٥ ، ٣٣٣

— ، وجود : ١٥١

كاوئينات : ١٥٠ ، ٣٧٥ (٢٢٦) ٣٨٩ ،

(٤٩٢) ٤١٨ (١٨٩)

كانوب : (مدينة) ١٩

كاولين : ٣٥ ، ١٥١ ، ٤١٨ (١٨٦)

— أبوزنحة : ٢٢٥

— ، أحد أقسام الطين : ١٤٧ ، ١٤٨ ، ١٤٩

— ، إدمصاص الصودا الكاوية : ٣٠٧

اشتقاق الاسم : ١٥٢

— اللينوى ، ٣٢٢ ، ٤١٨ (١٧٥)

— إنجليزى : (انظر فى طين صيف) ٤١٦

(١٢٢)

— أوهيو : ١٨٣ ، ٤٢٠ (٢٤٤)

— بوهيميا : ١٥٢ ، ٤١٤ (٥٦)

— ، تأثير الأحماض فى غروية : ٢٨٨

— تستيلتز : ٢٢٦ ، ٤٢٣ (٣٥٢)

— ، تفكك : ٤٨

— ، تقادم لازمية : ٣١١ .

— جورجيا : ٢٤٧ ، ٢٨٦ ، ٣٠٧ ، ٣٠٨

٣٢٢ ، ٤١٧ (١٥٣)

كاولين ، حجر : ١٥١

كاولين حرارى : ٨ ، ١٥٨ ، ١٥٩ ، ١٧٣ ،

٢٨٦ ، ٤١٧ (١٣٦)

— — الومبيوى : ١٥٨ ، ٤١٣ (١٣)

— — سيليسى : ١٧٣ ، ٤٢٢ (٣٠٣)

— ، حساب : ١٩٣ ، ١٩٣ ، ١٩٧ ، ١٩٩ ،

— ديلاوير : ٣٠٨ ، ٣٢٢ ، ٤١٦ (١٠٨)

كاولين رخو : ٤٩

— زلطى : ١٥٩ ، ٤١٧ (١٤٠)

— ساكون : ١٥٨ ، ٤٢١ (٢٨٩)

— ، ادمصاصها للمواد المذابة : ٣٠٧

كاولينات ، تحولها إلى طينات : ١٥١

— ، درجة لازية : ٣١٧

— ، رفع غرويتها بالأحماض العضوية : ٢٨٨

— ، ضعف غروية : ٢٨٤

— ، علاقة شحناتها بالرقم الأيدروجيني : ٢٨٧

— ، قسم من الطين : ١٤٨

— ، معادن : ٣٢

— ، نواتج تحليل : ١٨٢

كاولينيت ٣٣ ، ٤١٨ (١٩٠)

— ، ذوبانه في حامض كبريتيك مركز : ٣٤

— ، صورة غير متبلورة : ٣٥

— ، صورة للتبلورة : ٣٥

— ، غير غروي : ٢٨١

— ، وجود : ٣٤

كبريت ، التخلص من

كبريت غروي : ٢٥٧ ، ٢٦١ ، ٢٦٩

— ، مضار : ٢٠٥ ، ٢٠٦

كبريتات باريوم : ٢١٦ ، ٣٠٦

— ، حديدوز : ١٥ ، (١٢٦)

— ، كالسيوم : ١٥ ، ٢٠٧ ، ٢٠٨ ، ٢١١ ،

٢١٣ ، ٢١٥ ، ٢١٦ ، ٢١٧

كبريتوسيليكات : (انظر في ثيوسيليكات)

— ، كبريتيد الأيدروجين : ٢١٩ ، ٢٧١

٣١٠

— ، زئبقك غروي : ٢٧١

زرنينخوز غروي : ٢٧١

— غروي : ٢٥٧ ، ٢٦١

كتب الخزف : ٤٠٣

كتب دورية : ٤١٠

كتيب : ٣٦٢ (١٧٥)

كتيب طيني : (انظر في طينة كتيب) ، ٣٧٧

(٣٤٥)

كثافة : ٣٦٠ (١٥٠)

كحول : ١٥ ، ٢٥٦

كحول أميلي : ٣٠٦

— إيشيلي : ٢٥٦ ، ٢٨٥ ، ٢٩٠

كربونات الصوديوم : ٢٧

الكالسيوم : ١٤ ، ١٦٢ ، ١٦٤ ، ٢١١ ،

٢١٥

— للماغسيوم : ٢٦٩

كريد : ٨

— السيليكون : (انظر في كاربورندم)

كروميت : ٨ ، ١٢٠ ، ٤١٥ (٨٤)

كريستوباليت : ٧٢ ، ٤١٥ (١٠٤، ٨٣)

كريسوكولا : ٤١٥ (٨٥)

كريوليت : ٤٨ ، ٨٥ ، ٤١٦ (٩٨)

كسر : ٣٦٩ (٢٤٤) ، ٣٩٠ (٥٠٢)

— الزجاج : ٣٥٩ (١٣٦)

كسرة : (انظر في شظية)

— مستطيلة : (انظر في قلقة)

كشاف : ٣٨٤ (٣٠٧)

حامل ثلاثي : ٣٩٤ (٥٥٦)

كحكة ترشيح : ٣٦٦ (٢١٩)

كلس : ٣٥٤ (٦٥)

—، في الجرانيت : ١٠٤
 —، حساب : ١٨٦
 —، في الرمل : ٧٩
 كوارتز، زيادة الطين : ٢٢٠
 — شفاف : ٤١٦، ٦ (٩٩)
 —، في الصخور ذات الكولة الجزئية :
 ١٤٨
 —، في الصخور النارية : ١٠٤ ، ١١٤ ،
 ١٢٦، ١١٩
 —، صناعي : ٤١٤ ، ٧٠ (٣٧)
 —، في طمي النيل : ١٦٨
 —، في الطينات ذات الخواص الحرارية
 المتوسطة : ١٦١
 —، في الطينة السيليسية : ١٦٣
 — غروي : ٢٨٢
 —، في الكاولين : ١٨٣
 —، السيليسي : ١٥٣
 —، في الكاولينات : ١٥٠
 —، لبني : ٤٢٠ ، ٧٥ (٢٢٤)
 —، مادة الحجر الرملي ٨٢ ، ٨٣
 —، — حرارية : ٧
 —، — خشنة : ٩٢
 —، — رابطة : ٦٦
 —، — الزجاج : ١٠
 —، — — — المائي : ٩٩
 —، متبقى من تحلل الصخور النارية : ١٢٦
 مدخن : ٧٤ (٣١١)
 —، مساعد صهر : ٦٦

كاستة : ٣٥٤ (٦٤)
 كلنكر : (انظر في حصوة أسمنت) ١٢
 كلوديون : ٢٧٢
 كلوربال : ٤١٥ ، ٣٧ (٨١)
 كلوروفورم : ٢٦٤
 كلوريت : ١٠٩ ، ١٣٩ ، ١٤٠ ، ١٤٤ ، ١٦٩
 ٤١٥ (٨٠)
 كلوريد ألومنيوم : ٢٨٨
 — حديدك : ٢٨٠
 — خارصين : ٢٨٨ ، ١٣
 — ذهب : ٢٦٨
 — صوديوم : ٢٧٤
 — قصديروز : ٢٨٨ ، ٢٦٨
 كالسيوم : ٢٨٨ ، ١٣
 — ماغنسيوم : ١٣
 كثافة البحر : ٣٤٠ (١٠)
 كهف (مقطع كلمة) : ٣٩٠ (٥٠٩)
 كوارتز : ٦٧ ، ٤٢١ (٢٧٣)
 —، استنتاج وجود : ١٧٨ ، ١٨٠ ، ١٨٩
 ١٩٢
 — ألفي : ٤١٣ ، ٧١ (١٢)
 —، أنواع : ٧٤
 —، بأني : ٤١٤ ، ٧١ (٥٠)
 —، في الآبليت : ٧١
 —، في البجماتيت : ٧١ ، ٦٤
 —، تأثير الليثايف : ٦٩
 —، تأصل يكلوري : ٧٠

كيموليت : ٤٢ ، ٤١٨ (١٩٤)
 كيمياء طبيعية : ١٦
 — غروية : (٥١٦) ٣٥٦ (٩٨)
 حرف اللام
 لابرادوريت : ١٦٩ ، ٤١٩ (١٩٦)
 لاتيريت : ١٢١ ، ١٢٦ ، ١٤٤ ، ١٦٠ ،
 ٢٨٣ ، ٤١٩ (١٩٧)
 لازب : ٣١٥ ، ٣٨٤ (٤٤٢)
 لازية : ٢٩١ ، ٣٨٥ (٤٤٥)
 — حرارية : ١٠ ، ٢٩١ ، ٣٨٨ (٤٧٧)
 لازية الطين : ١٦ ، ٣١ ، ٣٠٣
 — ، تأثير البنية : ٢٩٢
 — ، تقدير : ٢٤
 — ، ثاني أكسيد الكربون : ٣١٠
 — ، — الحالة الغروية : ٢٩٤
 — ، — الحرارة : ٢٨٩ ، ٢٩١
 — ، — اللزوجة : ٣٢٦
 — ، — العامل السطحي : ٢٤٠
 — ، تصور : ٣١٣
 — ، تعريف : ٢٩١
 — ، تفسير : ٢٩٤ ، ٣١٣
 — ، تقادم : ٣١٥
 — ، تقدير : ٣٢٢ ، ٣٢٤
 — ، حالات : ٣٢٤
 — ، حدود :
 — ، حساب : ٣٠٣
 — ، درجات : ٣١٧

مقاوم للتخلل : ١١٩ ، ١٤٠
 — ، ناتج تحلل الأورثوكليز : ١٣٤-١٣٨
 — نجمي : ٧٢ (٣٢١)
 — وردى : ٧٤ (٢٨٢)
 كوارتز ديوريت : ٤٢١ (٢٧٤)
 كوارتزيت : ٨٣ ، ٤٢١ (٢٧٥)
 كوب زجاجي : ٢٧
 كوبراس : (انظر في كبريتات الحديدوز)
 كوتشيت : ٤٢ ، ٤١٩ (١٩٥)
 كورند : ٤٩ ، ٨١ ، ٩٧ ، ١٢٠ ، ١٢٧ ، ١٦١ ،
 ١٨٩ ، ٤١٥ (٩٧)
 كوز : ٢٢
 كولة : ١٣١ ، ١٤١
 — الأورثوكليز : ١٣٥
 — الأوليجوكليز : ١٣٨
 — البلاجيوكليز : ١٣٧
 — البيوتيت : ١٣٨
 — جوفية : ١٣٢
 — جوية : ١٣١
 — الصخور النارية : ١٣٠ ، ١٣٣
 الفلسبار : ١٣٨
 كوليريت : ٤٣ ، ١٠٩ ، ٤١٥ (٩٣)
 كوندرويت : ١٢٥ ، ٤١٥ (٨٢)
 كيانيت : (انظر في معدن سيانيت) ٤١٨ ،
 (١٩١)
 كيراموس (كلمة) : ٢ ، ٣٧٥ (٣٢٩)
 كيليجور : (انظر في طينة دياتومية) ٤١٨ ،
 (١٩٢)

لثرة : ٢٧٠ ، ٣٧٦ (٣٣٥)
 — الصخور النارية : ١٤٤
 — ، نواتج : ١٦٠
 لجنة : ٣٥٧ (١٠٣)
 — جمعية الخزف الأمريكية : ٣
 لدونة : ٢٩١ ، ٣٨٧ (٤٧٠)
 لزب : ٣٨٥ (٤٤٥)
 لزق : ٣٠٥
 لزوجة : ٣٨٥ (٤٤٥)
 لزوجة : ٢٩٠ ، ٢٩٢ ، ٣٩٩ (٦٢٤)
 — الطين : ٢٨٨ ، ٣٤٦
 لغة سانسكريتية : ٢ ، ٣٩٠ (٥٠٨)
 صنية قديمة : ٢
 هندية قديمة : ٢
 لمعان : (انظر في بريق)
 لوسيت : ٦٢ ، ١٢٠ ، ١٩٠ ، ٤١٩ (٢٠١)
 — صناعي : ٦٣ ، ٤١٤ (٣٥)
 لوكسوكليز : ٦٣ ، ٤١٩ (٢٠٧)
 لون الطين بعد تسويته : ١٧٧
 — قزحي : ٢٢ ، ٣٧٤ (٣١٨)
 لوريس : انظر في طينة كثيب ٤١٩ (٢٠٦)
 ليثارج : ٣٧٦ (٣٣٩)
 ليثو : ٣٧٦ (٣٤١)
 ليثوجراف : (انظر في اكلاشييه طبع الخزاف)
 ليثيا : ٣٧٦ (٣٤٠)
 ليثي : ٣٦٦ (٢١٦)
 ليفرياريت : ٤٠ ، ٤١٩ (٢٠٢)
 ليمونيت : ٤٧ ، ١٢١ ، ١٣٩ ، ١٤٠ ، ١٦٩
 ١٨٨ ، ١٩٢ ، ٢٠٠ ، ٤١٩ (٢٠٤)

— ، رقم : ٣٢١
 — ، عدد : ٣٢٢
 — ، علاقتها بالإنهاك : ٣١٦
 — ، عوامل خفض : ٣١٠
 لازية الطين ، عوامل رفع : ٣٠٩ ، ٣١١ ، ٣١٥
 — ، غروية : ٣٢٧
 — ، فعل البكتيريا والمواد العضوية : ٢٩٤
 ٣٠٩
 — ، فعل المواد الخسنة : ٩٤
 — ، قياس : ٣١٨
 — ، لزوجة : ٣٢٦
 — ، ماء : ٢٣٧ ، ٣١٧ ، ٣٢٣
 — ، مواد : ٢٩٢
 — ، نظريات : ٢٩٥
 — ، غير متجانسة : ٣١٥
 لازية ، فرقها عن اللدونة : ٢٩١
 — ، — ، اللزوجة : ٢٩٢
 — ، — ، اللزوجة : ٢٩٢
 — ، قانون : ٢٩٣
 — ، كاذبة : (انظر في اللدونة)
 — ، كامة : ٢٨١ ، ٥٠
 — ، متجانسة : ٣١٥
 لازق : ٣٤٩ (٦)
 لازوليت : ٤٥ ، ٤١٩ (١٩٩)
 لافلز غروي : ٢٦٩
 لبانة : ٩ ، ٢١ ، ٣٧٩ (٣٧٣)
 لبنة : ١٨ ، ١٩ ، ٣٧١ (٢٧٠)

حرف الميم

ماء الادمصاص : ٣٠٩

— : تقدير ٣٢٥

— الارتباط : ٣٤ ، ٢٢٠ ، ٣٥٧ (١٠٢)

ماء الأغشية : ٢٩٧

— الباريتا : ١٥

— التلين : ٢٩٧ ، ٢٩٨ ، ٣١٧

— اللازية : ٢٣٧ ، ٣١٧ ، ٣٢٣

— انسام : ٣١٥

مائع : ٣٦٨ (٢٣٧)

ماجنيتيت : ١٦٩ ، ٤١٩ (٢١٠)

ماجنيزيت : ٨ ، ١٣ ، ٨٨ ، ٩٠ ، ١٢٨ ،

١٣٩ ، ١٤٤ ، ١٨٧ ، ١٩٢ ، ٤١٩

(٢١١)

ماجور : ٤ ، ٣٩٧ (٦٠٢)

— اخضر : ٢٤

مادة أرضية : ٣١

— أسنتية : ١٠ ، ١٢

مادة اضافية : ٣١ ، ٧٨

مادة أولية : ١٧ ، ١٦٨ ، ٣٨٨ ، (٤٨٤)

— بناء خزفية : ٧

— تبيض : ٤٠٠ (٦٤١)

— تزجيج : ١١

— تلوين ، ١١ ، ٣٥٧ (١٠١)

— جانج : ٣٤٩ (٢)

مادة جيرية : ٨٧ ، ١٦٣ ، ٤١٤ (٦٣)

— ماغنيسيومية : ٨٨ ، ٤١٤ (٦٢)

— حرارية : ٧ ، ٨ ، ١١ ، ١٤ ، ١٦١

مادة حرارية ألومينية : ١٦٠ ، ١٧٣ ، ٤١٣

(١٣)

مادة خشنة : ٩٢ ، ٩٣ ، ٩٥ ، ٢٣٥ ، ٢٣٦

٢٤٠ ، ٢٨١ ، ٢٨٥ ، ٢٩٢ ، ٢٩٤ ،

٣٧١ (٢٧١) ، ٣٨٤ (٤٣٦)

مادة خشنة ، استعمال : ٩٦

— ، أنواع : ٩٣

— ، أهمية : ٩٤

— ، بنية : ٩٣

— ، تجهيز : ١٨

— فعلها باللازية ، ٩٤

— رابطة : ٥٥ ، ٣٥١ (٣٧)

— زجاجية : ٩

— سكرية : ٢٨٩

مادة شبه طينية : ١٧١

— عضوية : ٢٠٥ ، ٢٨٩ ، ٣٠٩ ، ٣١٠

مادة طينية : (انظر في طين) ، ١٤ ، ٢٨ ، ٣٤

١٧٨ ، ٣٥٦ (٩١)

— عازلة : ٨

— عتامة : ١١ ، ٣٨١ (٤٠٣)

مادة غروية : ١٢٢ ، ١٢٣ ، ٢٥٧ ، ٢٦٢ ،

٢٧٠

— صلبة الغروية : ٢٨١

— قلوية : ٩٩ ، ١٠٠ ، ٢٦٧ ، ٢٨٧ ،

٢٨٨ ، ٣٠٧ ، ٣٠٩

— كبريتية : ٢٠٥ ، ٢٠٧

حجة عليّة : ٣٧٧ (٣٥٠) ، ٤١٠
 حجرة : ٣٧١ (٢٧٨)
 حبوب : ٤٢ ، ٣٧٠ (٢٦٦)
 حجارى : ٣٥٧ (١١٠)
 محلول الأملاح : ٢١٥ ، ٣٠٢
 — ، أنواع : ٢٥٤
 — أيوتيكتى : ١٢٢ ، ٣٦٥ (٢٠٢)
 — الجيلاتين : ٢٧٢ (٢١٠)
 — حقيقى : ٢٥٥ ، ٢٥٨ ، ٢٧٠ ، ٢٧٢ ،
 ٢٧٧
 — سيليكات الصوديوم : ٢٨٢
 — شبه معلق : ٣٩٥ (٥٦٨)
 — الطين الغروى : ٢٨٦
 محلول غروى : ٢٥٥ ، ١٢٣ ، ٣٥٦ ، (٩٩)
 ٣٩٣ ، (٥٤٢)
 — ، تجلط : ٢٧٧
 — ، تحضير : ٢٦٥ ، ٢٦٦ ، ٢٦٧
 — ، ترسيب : ٢٧٧
 — ، تعادل : ٢٦٤
 — ، تنقية : ٢٧١ ، ٢٧٢
 محلول غروى حافظ : ٢٦٧ ، ٢٧٤ ، ٣٨٧
 (٤٦٩)
 — ، خواص : ٢٥٨ ، ٢٥٩ ، ٢٦٤
 — ، ركود : ٢٧٧
 — ، فضا : ٢٦٨
 — ، مائي : ٣٧٣ ، (٢٩٨)
 — ، وسطانتشار : ٢٥٦
 — كاسيوس : ٢٦٨

— كربونية : ٢٠٥
 مادة متطايرة : ١٠٤ ، ١٢١ ، ١٢٣
 — معتمة : ٣٨١ (٤٠٥)
 — معطلة : ٣٨٩ ، ١٥ (٤٩٣)
 — مفتحة : ٣٨١ (٤٠٥)
 مارل : (انظر فى مادة جيئية) ٤١٩ ،
 (٢١٥)
 ماسورة : ٤ ، ١٢ ، ٧٠٦ ، ٢٤ ، ٢٥ ، ٢٦
 (٤٣٥)
 — أسيمنية : ١٢
 — حجارى : ٣٩١ (٥١٧)
 ماسيكوت : ٣٧٨ (٣٥٧)
 ماغنيسيا : ٣٧٧ (٣٥٢)
 مانع صهر : ٣٨٠ (٣٩٤)
 مبنى : ٣٩٤ (٥٦١)
 متانة : ٣٩٥ ، ٣١١ (٥٧٩)
 متجانس : ٣٧٢ (٢٨٦)
 مترد : (انظر فى لبانة)
 متعدد : ٣٨٥ (٤٥٠)
 — السيليكات : ١٠٧
 متوافق : ٣٥٧ (١١٣)
 مجرى : ٣٥٧ (١١١)
 — نقل السوائل : ٦٠
 مجفف : ٣٦٢ (١٧٢)
 — دائر : ٣٧٧ (٢٥٤)
 — دورى : ٣٨٩ (٣١٢)
 — مستمر : ٣٥٨ (١١٩)

— معلق : ١٧ ، ٢٥٥ ، ٣٩٥ (٥٦٧)

(٥٦٩)

مخار : ٢٧

مختار : ٣٦١ (١٥٩)

مخدش : ٣٩٤ (٥٥٨)

مخردق رصاص : ٢٩٩

مخروط : ٣٥٧ (١١٢)

— تندال : ٣٩٨ (٦٠٩)

مخروط حراري : ٣٨٧ (٤٧٦)

— — اورتون : ٣٨٢ (٤١١)

— — سيجر : ٣٩١ (٥١٤)

— — فرنسي : ٣٦٩ (٢٤٥)

مخلق : ٣٩٥ (٥٧٠)

مدخنة : ٣٦٨ (٢٣٥)

— مصباح بتول : ٢٧

مدى انصهار حراري : (انظر في مساحة

انصهار حراري)

مذاق : (انظر في طعم)

مذكرة علمية : ٣٧٨ (٣٦٥) ، ٤١١

مرتك ذهبي : (انظر في لثاج)

مرحاة : ٣٨٣ (٤٢٩)

— أكدة . ٣٨٢ (٤١٣)

— تبريد : ٣٥٨ (١٢٥)

— تخفيف : ٣٦٢ (١٧٤)

— تشريب حراري : ٣٩٣ (٥٣٨)

— تحليل : ٣٧٣ (٣٠٣)

— تقديد : ٣٥٢ (٣٩)

— خمول : ٣٩٢ (٥٣٢)

مرشح شبه منفذ : ٢٧٤

— بالضغط : ٣٦٧ (٢٢٠)

مرقشينا : ٢٠٥ ، ٢٠٦ ، ٣٧٧ (٣٥٥) ،

٤١٩ (٢١٤)

مركب : ٣٥٧ (١٠٩)

— أرضي : ١٠

— بورا كسي : ١٠

— حديدي : ١٣

مركب حديدي مائي : ٢٨٠

— رصاص : ١٠

— عضوي : (انظر في مادة عضوية)

— — مائي : ٢٨٠

مركب قلوي : (انظر في مادة قلوية)

— معقد : ٣٥٧ (١٠٦)

مرمر : ٨٧ ، ٨٩ ، ٤١٩ (٢١٦)

معرو : (انظر في كوارتز)

مرونة : ٢٩٢ ، ٣٦٤ (١٨٤)

مزيج : ٢٩٩ ، ٣٦٩ (٢٤٦)

مزوق : ١٢ ، ١٤ ، ٣٨٠ (٢٨٦)

مساحة السطح : ١٨٨

مساعد رص : ٣٦٧ (٢٢٨)

مساعد صهر : ٧ ، ١٠ ، ٣١ ، ٢١٠ (٢٣٩)

مسافة انصهار حراري : ١٦٤

مسام : ٣٨٥ (٤٥٣)

— مسدودة : ٣٥٦ (٩٥)

مسامية ظاهرية : ٣٥٠ (٢١)

— مارانجا كس — زير يغوص بروض

الفرج : ٢٥

— ياسين للزجاج (أنظر في مصنع شركة

النصر للزجاج البلورى)

مصنوع : ٣٥٠ (٢٦)

معهور : ٣٦٩ (٢٥٠) ، ٣٧٨ (٣٦١)

مصيصة كوتريل : ٢٨٠ ، (١٢٤)

مصيصة : ٣ ، ٩ ، ١٤ ، ١٥ ، ٤٨٤ (٤٣٩)

— ، محمد : ١٥

— ، قلوين : ١٥

— خاطات : ١٥

— فاطمي : ٢١

معادلة فرويندليخ للادمصاص : ٣٠٨

معادن أشباه الطين : ٣٣ ، ٤٠ ، ٤٨ ، ١٤٣

، ١٧١ ، ٢٢٠ ، ٤١٦ ، (١٠١)

— أقلية : ١٥١

— أكثرية : ٣٦٢ (١٦٧)

معادن الأورثوسيليكات : ١٠٥

معادن تحت السيليكات : ١٠٧

— ، تحليل : ١٢٢

معادن السيليكات : ٦٦ ، ٤٢٢ (٣٠١)

معادن السيليكات ذات البلور الجزئي : ٧٥ ،

٤٢٢ (٢٩٤)

معادن السيليكات غير البلورية : ٦٧ ، ٤١٣ ،

(١٨)

معادن السيليكات للبلورة : ٦٧ ، ٢٨٣ ، ٤١٦

(١٠٣)

— كلية : ٣٥٣ (٥٨)

مستحلب : ٢٥٤ ، ٢٦٤ (١٩٠) .

مسطح : ٣٩٥ (٥٧٣)

مسلوب : ٤٠٠ (٦٣٧)

مسار ارتكاز كهربى : ٨

مشغول أجوف : ٣٧٢ (٢٨٥)

— جبرى : ١٤

— طينى : ٣٥٦ (٩٣)

— قلزى : ١١

— مخلق : ٣

مشكاة : ٢٣

مصباح بتروى : ٢٦

زجاجى : ١٠

مصر القديمة (حى) : (أنظر فى فسطاط)

مصنع باب سدرة للزجاج بالأسكندرية : ٢٦

— البهنساوى : ٢٣

— تنقية جو : ٢٨٠

— جونسون بقم الخليج : ٢٤

— الحواجة ماتيو بطرة : ٢٤

راغب باشا للزجاج بالأسكندرية : ٢٦

— الزبدانى : ٢٣

— سورنجا : (أنظر فى الشركة العامة

لإنتاج الحراريات والفخار)

— سيجوارت بحوان : ٢٥

— الشركة العامة لمنتجات الخزف والصينى

عسبرد : ٢٦

— شركة النصر للزجاج البلورى بشبرا

الخيمة : ٢٧

- نعومة : ٢٤٥
 معتم : ٣٨١ (٤٠٤)
 معجون طين حرارى : ٣٩٩ (٦٣١)
 معدن : ٣٧٩ (٣٧٥)
 - جون الأزرق : ٨٧ ، ٤١٤ (٥٥)
 معطل : (٤٩٣)
 معمل الجيولوجيا الطبيعية بواشنطن : ١٧
 معمل القزاز بالأسكندرية : ٢٦
 معهد الزجاج النموذجى بالعباسية : ٢٩
 مفتاح كهربى : ٨
 مخزعة : (أنظر فى قلابة)
 مقابل : ٣٩٩ (٦٢١)
 مقتطفات : ٣٤٩ (٤)
 مقياس الحجم : ٣٩٩ (٦٣٠)
 - خواص : ٣٧٩ (٣٨٠)
 - درجات الحرارة العالية : ١٢
 - الكثافة : ٣٨٧ (٤٧٣)
 - اللازمية : ٣٨٤ (٤٤٤)
 - لا ميل : ٣٢١
 مقيق : ١٠٥ ، ١٢٥ ، ٤١٧ (١٥١)
 مكافئ جزئى : ١٨٧
 مكافئ ميكانيكى حرارى : ٣٧٨ (٣٦٠)
 مكان النار : ٨ ، ٣٦٧ (٢٢٣)
 مكتبة الخزف . ٤٠٣
 مكشف خزفى : ٦
 مكسر : ٣٦٩ (٢٤٤)
 مكون : ٣٥٧ (١٠٧)

معادن السيليكات ١٠٥ ، ١٠٧
 معادن سيليكات الألومنيوم المتبلورة : ١٠٨ ،
 ٣٥٨ (١٣٣)
 معادن سيليكات الألومنيوم المائية الغيرمتبلورة :
 (أنظر فى معادن الطينات)
 معادن سيليكات الألومنيوم المائية المتبلورة
 (أنظر فى معادن أشباه الطين)
 معادن الطين : ٣١ ، ٣٤ ، ١٧٧ ، ١٨٧ ،
 ١٩٩ ، ٤١٥ (٨٨)
 معادن الطينات : ٣٢ ، ٣١ ، ١٥٩ ، (٢٩٩)
 ٤١٨ (١٧٣)
 معادن الفلسبار : ٥٤ ، ٥٥ ، ٥٦ ، ٤١٧ ،
 (١٣١)
 قانون جزئى :
 معادن كاولينية : ٣٣ ، ٣٦ ، ٣٨ ، ٤٠ ، ٤١٨
 ١٥٨ (١٨٧)
 معادن متعدد السيليكات : ١٠٧
 معادن المواد التطايرة : ٦٤ ، ١٢٤
 - - - ، قانون جزئى
 معادن الميتاسيليكات : ١٠٦
 - نظم بلورتها : ٣٥٩ (١٣٥) ٣٧٢ (٢٨١)
 ٣٧٩ ، (٢٨٣) ، ٣٨٢ ، (٤١٠) ٣٩٦ ،
 (٥٨٢) ٣٩٧ ، (٦٠٠)
 معاصر : ٣٥٨ (١١٨)
 معامل : ٣٧٤ (٣٠٨)
 معامل انكسار : ٣٨٨ (٤٨٧)
 - سطحى : ٢٣٨ ، ٢٣٩ ، ٣٩٥ (٥٦٥)

ملاخيت = ٤٥ ، ٤١٩ (٢١٢)

ملاط : ٧ ، ٣٨٠ (٢٨٥)

— أسننى : ١٢

— جبرى : ١٤

ملح ذائب : ٢٠٧ ، ٢٠٨ ، ٢٨١ ، ٢٨٥ ،

٣٠١ ، ٣٨٨

— ، — ، تأثيره : ٢٠٩

— ، — ، التخلص منه : ٢١٥

— ، — ، ترسيب : ٢١٢ ، ٢١٥ ، ٢١٧ ، ٢١٨

— ، قابلية ذوبان ، ٢١٣

— ، مصادره فى الطين : ٢٠٧

— ، — ، مصيره بعد تحلل الصخر النارى : ١٢٧

ملحقات الكتاب : ٣٢٩ ، (٢٣)

مليمكرون : ٣٧٩ (٣٧٤)

ملس : ٣٩٧ (٥٩٣)

ملون : ٣٨٤ (٤٣٤)

ممالك : ١٨

مسك : ٣٧٩ (٣٨٤)

متعجات : (انظر فى مشغولات) ، ٤٠٠ ، (٦٥٠)

— الأسمنت : ١٠ ، ١٢ ، ١٣ ، ١٤ ، ١٥ ،

— حرارية : (انظر فى حراريات)

متعجات خزف طينى : ٤ ، ٣٥٦ (٧٦)

— ، — ، فاطمى : ٢١

— ، — ، مخلق : ٣

متعجات زجاجية : ١٠ ، ١١

متعجات سيليك زجاجية : ١١

متعجات صحية (انظر فى أداة صحية)

متعجات طين : ٣٦٧ ، (٢٢٤)

— عازلة : ٣٧٤ (٣١١)

متعجات فخار : (انظر فى فخار)

— مسطحة : ٣٦٨ (٢٣١)

منج — تشانج — لنج — ٢ ، ٤ (١٤٩)

منحنى التبريد : ٣٥٨ (١٢٤)

— درجات الإنهاء : ٣١٦

— السيولة : ٣٧٦ (٢٣٨)

— الصلابة : ٣٩٣ (٥٤٤)

منخل : قيم أبعاده القياسية : ٣٣٧

منشلة : (انظر فى مبني)

منشور : ٣٨٧ (٤٦٧)

— ضوئى : ١٠

منشور انيكول : ٣٨٠ (٣٩٢)

موجب الضوئية : ٣٨١ (٤٠٨)

موجة فرق سمعية : ٢٦٦ ، ٣٩٥ (٥٦٤)

مورق : ٣٦٨ (٢٤١)

موزايك : (انظر فى مزوق)

موسكوفيت : ٤٢٠ (٢٣٩)

— ، تحلل فى الصخور النارية : ١٤٣

— ، حساب : ١٩٣

— ، شائب فى الكاولين : ١٥٠

— ، صعوبة تحلل : ١٢٠ ، ١٣١

موسكوفيت : من طمى النيل : ١٦٩

— ، قانون جزئى : ١٨٧

— ، ناتج متبقى : ١٢٦ ، ١٤٠

موقد : ٣٨٢ ، ٨ (٤١٢)

موليت : ٤٨ ، ٤٨ ، ٤٣٠ (٢٣٠)

— ، تفكك : ٤٩

— ، حساب : ١٩١

— ، قانون جزئي : ١٠٩

— ، ناتج تحول كاوليني حراري : ١٥٨

مونازيت : ١٦٩ ، ٤٢٠ (٢٢٨)

موتة : (انظر في ملاط)

مونت مور يلبونيت : ١٠٩ ، ٤٢٠ (٢٣٠)

ميال للسوائل : ٣٧٧ (٣٤٨)

ميال للماء : ٣٧٢ (٢٩٥)

ميثا سيليكات : ١٠٦

ميكا : ٤١٩ (٢٢٠)

— ، يضاء : (انظر في موسكوفيت) ٤٢٣ ،
(٣٤٧)

— ، في الجرانيت : ١٠٤

— ، ذوبانا في حامض كبريتيك مركز : ١٧٨

— ، في الرمال : ٨٠

— ، سوداء (انظر في يوتيت) ، ٤١٤ (٥٤)

— ، في الصخور النارية : ٦٣

— ، في طمي النيل : ١٦٨

— ، في الطينات : ١٦١

— ، قانون جزئي

— ، مادة خشنة

ميكا دياباز : ١١٣ ، ٤١٩ (٢٢١)

ميكروكاين : ٥٩ ، ١٦٩ ، ٤١٩ (٢٢٣)

— ، صوديومي : ٥٥ ، ٦٠ ، ٤٢٢ (٣١٣)

ميكرون م : ٣٧٩ (٣٧١)

— (دقيقة) : ٢٣٥ ، ٢٥٧ ، ٢٦٥ ، ٣٧٨

(٣٧٠)

ميل كيميائي : ١٨٩

ميلوشيت : ٣٧ ، ٤٢٠ (٢٢٦)

ميليت : ٤٧ ، ٤١٩ (٢١٩)

ميناء : ١١ ، ١٩ ، ٢٢ ، ٣٦٤ ، (١٩١)

ميورقة : ٥ ، ٣٧٧ (٣٥٣)

ميوعة : ٣٦٨ (٢٣٨)

حرف النون

نايلي : ١٤

ناتج : ٢٨٠ (٦٤٥)

— تحليل متبق : ١٢٦ (١١٧)

— تحليل الطينات المصرية : ١٨٤

نار : ٣٥٢ (٤٦)

نافر من السوائل : ٣٧٧ (٣٤٩)

نافر من الماء : ٣٧٣ (٢٩٦)

ناكريت : ٣٥ ، ٤٢٠ (٢٣٣)

نشا : ٢٥٥ ، ٢٥٧ ، ٢٧٧ ، ٢٨٩ ، ٣٠٩

نشارة خشب : ١٦

نشرة عليية : ٣٨٢ (٤١٧) ، ٤١١

نضيج : ٣٧٠ (٢٦٤)

نطر : ٣٨٠ (٣٩٣)

نطرون : (انظر في نطرونيت) ، ٤٢٠ (٢٣٤)

نطرونيت : ١٠١ ، ٤٢٠ (٢٣٥)

نظام مشعة : ١٨

نظام أحادي التغير : ٣٩٨ (٦١٦)

— بللوري أحادي الميل : ٣٧٩ (٢٨٣)

— — ثلاثي الميل : ٣٩٧ (٦٠٠)

- حرف الهاء
- هرس : (انظر في دهس)
كعب رص : ٣٩٦ (٥٨٥)
هش : ٣٥٣ (٥٥)
هشم : ٣٥٩ ، (١٣٨)
هضم : ٣٦١ (١٦٠)
هلام : ٢٥٤ ، ٢٧٧ ، ٣٦٩ (٢٥٤)
— مأى : ٣٧٢ (٢٩٢)
هواء محبوس : ٣٨١ (٣٩٨)
هورنلند : ٤١٨ (١٦٨)
— ، فى الرمال : ٨٠
— ، فى طمى النيل : ١٧٠
— ، قابلية تحليل : ١١٩
— ، قانون جزئى : ١٠٩
— ، مادة خشنة : ٩٣
هولوييت : ٣٨ ، ١٠٩ ، ٤١٨ (١٦٥)
هياثات الحزف فى مصر : ٢٨
هياالوفين : ٥٧ ، ٦٠ ، ٤١٨ (١٧١)
هياليت : ٤٦ ، ٤١٨ (١٧٠)
هيدرازين : ٢٦٨
هيدروفين : ٧٨ ، ٤١٨ ، (١٧٢)
هيلمه : ٣٦٩ (٢٥٥)
هيماتيت : ٤١٨ (١٧٣)
— ، حساب ض : ١٨٩ ، ١٩٢
— ، صعوبة تحليل : ١٣٠
— ، فى طمى النيل : ١٧٠
— ، قانون جزئى : ١٨٧
- — رباعى : ٣٩٦ (٥٨٢)
— — سداسى : ٣٧٢ (٣٨١)
— — معيق : ٣٨٢ (٤١٠)
— — مكعب : ٣٥٩ (١٣٥)
— ناقص : ٣٨١ (٣٩٧)
نظرية التوتر السطحي : ٢٩٤ ، ٢٩٨
— الجذب الجزئى : ٢٩٤
نظرية غروية : ٢٩٤
نمومة : ٣٦٧ ، (٢٢١)
— الطين : ٢٤٦ ، ٢٨٥ ، ٢٨٨
نقق تخفيف : ٣٩٧ (٦٠٥)
— — مستمر : ٣٥٨ (١٢١)
— تسوية : ٣٩٧ (٦٠٦)
نقق تسوية مستمر : ٣٥٨ (١٢٢)
نقيليت : ١٩٠ ، ٤٢٠ (٢٣٨)
— ، تحول إلى أليت : ١٩٢
— ، خامه ألومنيوم : ٢٨٣
— ، قانون جزئى : ١١٦ ، ١٨٧
— سيانيت : ١١٦ ، ١٤٥ ، ٤٢٠ (٢٣٩)
نقيلين : (انظر فى نقيليت) ٤٢٠ (٢٣٧)
نقاء الطين : ١٨٦
نقطة ايوتيكيت : (انظر فى درجة اليوتيكيت)
نقطة تعادل : ٣٧٤ (٣١٩)
— خماسية : ٣٨٨ (٤٨٢)
— رباعية : ٣٨٨ (٤٧٩)
نهر الرين : ١٤
نواتج انتقال الطين : ١٢٧
نيس : ١١٢ ، ٤١٧ (١٥٨)
نيوتونيت : ١٠٩ ، ٤٢٠ ، (٢٤١)

— مكافئ جزئي : ١٨٧
— ، ناتج تحليل الجرانيت : ١٤٠

حرف الواو

واشنطن (مدينة)
وجود الطين : ٣١
وجود الكاولين : ١٥٢ ، ٣٦
وجود الكاولينيت : ٣٤
وحدة الحرارةيات بالمركز القومي للبحوث : ٢٨
وحل : ٢٨ (٣٨٩)
وزن إجمالي : ٣٨٢ (٤١٩)
— المصهور : ٣٧٨ (٣٦٢)
— المواد الأولية : ٣٨٨ (٤٨٥)
— نوعي : (انظر في ثقل نوعي)
وسط أحادي التغير (انظر في نظام أحادي التغير)
— انتشار : ٢٥٦ ، ٢٦١ ، ٢٨٥
وعاء أجوف : ٦ ، ٣٧٢ ، (٢٨٥)

حفظ الكاويات : ١٥ ، ٩ ، ٦
وعاء خزفي : ٦ ، ٣٥٥ (٧٧)

— زجاجي : ١١

— طين : ٦ ، ٩ ، ٢١ ، ٣٧٦ (٣٣٢)
— غويط : (انظر في طبق)
نقار : ١٩ ، مسطح (انظر في صحن)

حرف الياء

يابس : ٣٨٩ (٤٩٦) ، ٣٩٤ (٥٥٥)
ياقوت : ٢٨٣ ، ٤٢١ (٢٨٣)
يانج (مقطع كلمة) : ٢ ، ٤٠١ ، (٦٤٣)
ياو (كلمة) : ٢ ، ٤٠١ ، (٦٤٤)
يدوي : ٣٨١ (٤٠٠)
يشب : ٧٧ ، ٤١٨ (١٨٥)
— صيني : (انظر في جاسير) ، ٣٧٥ (٢٢٢)
يقينية : ٣٩٦ (٥٨٣)

تصويبات

الصفحة	السطر	الكلمة	الصفحة	السطر	الكلمة
٣٣	٧	الكاولينيت	٤	١٨	أواني
٣٤	١٢	يتنص	٥	١٠	ترجيح
٣٥	٩	موجبة	٥	١٥	الفخار
٣٥	١٣	المتلاورة	٦	٢	فينيسيا
٣٦	٢	أهم	٧	١٠	حيث
٣٦	٤	قرب	٧	١٥	المنتجات
٣٧	١٧	الكلوريال	٨	١٦	خاص
٣٨	٦	طيني	١٣	١٣	سنة
٣٨	١١	احتوائه	١٣	١٧	يشبه
٣٨	١٢	يرتبط	١٤	١٢	مسحوق
٣٨	١٢	يخزىء	١٤	١٨	خبث
٣٨	١٢	ارتباطاً	١٥	١٧	مع
٣٨	١٣	التفكير	١٩	٨	دهس
٣٨	١٤	الارتباط	١٩	١١	استخدم
٤٠	١١	الماغنسيوم	١٩	١٥	اتصفت
٤٠	١١	أخذت	٢٠	٧	أخذت
٤٠	١١	أحدث	٢١	٥	استحداث
٤١	١٢	بلدة	٢١	٩	وجدت
٤٢	٣	الألبروسيث	٢٢	١٣	هذه
٤٢	١١	مكعبات	٢٢	٢٠	الباطية
٤٢	١٨	الأوجيت	٢٤	٧	تريعات
٤٣	٩	الكاولينيت	٢٥	٩	فترة
٤٣	١٣	الموتيموريللمونيت	٣١	٩	الجيرية
٤٤	١	براق	٣٢	١٢	ألومينو

السطر	الصفحة	الكلمة	السطر	الصفحة	الكلمة
١٦	٥٩	البارياريت	١٧	٤٥	بنسلفانيا
١٨	٥٩	أورثوكليز	١٤	٤٦	مسحوقه
١٢	٦٠	الأليت	٥	٤٧	يوجد
١٧	٦٠	جزيثات	١٢	٤٧	الشروتيريت
١١	٦١	المقاومة	١٦	٤٧	»
٧	٦٢	انكساره	١٨	٥٢	التشغيل
١٤	٦٢	النوعى	٦	٥٣	الإردواز
١٨	٦٢	السيزيا	٣	٥٤	سائل
١٨	٦٢	الرويديا	١٢	٥٦	النظام
٥	٦٤	جيل	١٤	٥٦	موازيا
٧	٦٥	يعتبر	١٤	٥٦	جزيثات
١٠	٦٥	استعماله	١٥	٥٦	تنتشر
٧	٦٦	»	٢	٥٧	الباهتة
١٥	٦٩	المتدلية	٤	٥٧	بريق
١١	٨٠	يصنع	١١	٥٧	انصهارها
٦	٧١	بظاهرة	١٢	٥٧	زجاجية
١٨	٧١	بلورات	١٤	٥٧	الذى
١٥	٧٤	الضوء	١٤	٥٧	المركز
١١	٧٧	الزراط	١٦	٥٧	الاستعمال
١٣	٧٧	ليستعمل	٤	٥٨	انكساره
١٤	٧٧	والخزف	٥	٥٨	الأورثوكليز
١٠	٧٨	الاسم	١٧	٥٨	محلول
١٤	٨٠	بنسلفانيا	١٨	٥٨	الميك
٢	٨٢	الماء	٢	٥٩	مدخن
١٠	٨٢	فيكبر	٨	٥٩	التزجيج
١٠	٨٢	بكبر	٨	٥٩	الآدولاديا

الصفحة	السطر	الكلمة	الصفحة	السطر	الكلمة
١١٨	٧	العروية	٨٣	١٢	بطيئة
١١٩	٤	العوام	٨٤	١٨	ثلاثة
١١٩	٨	بيت	٨٦	١٢	إلى خرزة
١٢٢	٦	ثاني	٨٧	٣	الفلوسبار
١٢٢	٦	يتعباً	٨٧	٤	اسم
١٢٢	١١	استمرار	٩٠	٣	جامع
١٢٣	٤	هذه	٩٠	٣	القلعة
١٢٣	١١	الترسيب	٩٠	٧	له بريق
١٢٣	١٣	الكاولين	٩١	١٣	ماء
١٢٤	٣	الغازات	٩٢	٥	الإضافية
١٢٤	١١	البجائيت	٩٢	١٤	الفلسبار
١٢٥	١٠	مليكات	٩٢	١٦	كولته
١٢٦	٢	بقائها	٩٣	١	الزلط
١٢٦	٣	قسمين	٩٣	١٢	لصادة
١٢٦	١٦	أماكن	٩٣	١٤	درجات
١٢٦	١٧	انتقال	٩٤	٢	المشغولات
١٢٧	١٢	ذكره	٩٤	٤	استعمال
١٢٧	١٥	تتجول	٩٤	٥	»
١٢٨	٧	هذه	٩٤	٦	ارتفاع
١٥٠	١٢	أبروتيل	٩٤	١٩	مسامية
١٦٠	٧	تستعمل	٩٥	١	انتسوية
١٩٧	٢	الوزن	٩٥	٩	الصناعية
٢٠٢	١٥	طين	٩٦	٧	الاحتواء
٢٠٣	٣	الطين	٩٦	١١	احتمال
٢٣٩	١٦	الدقائق	٩٦	١٢	عائية
٢٤٠	١٤	قياس	٩٦	١٤	اللورند
٢٧٠	١	بترسيب	٩٦	١٥	اتحاد

